COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-DOUZIÈME.

JANVIER—JUIN 1881.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1881

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1881.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (O. ✻).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
PUISEUX (Victor-Alexandre) (O. ✻).
BOUQUET (Jean-Claude) ✻.
N. . . . .

SECTION II. — *Mécanique.*

SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✻).
PHILLIPS (Édouard) ✻.
ROLLAND (Eugène) (C. ✻).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) ✻.
BRESSE (Jacques-Antoine-Charles) (O. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

LIOUVILLE (Joseph) (C. ✻).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LOEWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✻).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) O. ✻.
PERRIER (François) (O ✻).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✻).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✻)
DESAINS (Quentin-Paul) (O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
FREMY (Edmond) (C. ✻).
WURTZ (Charles-Adolphe) (C. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).
DEBRAY (Jules-Henri) ✻.
FRIEDEL (Charles) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Étienne-Henri) (C. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. O. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.
HÉBERT (Edmond) (O. ✻).
DELESSE (Achille-Ernest-Oscar-Joseph) (O. ✻).

SECTION VIII. — *Botanique.*

TULASNE (Louis-René) ✻.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
DECAISNE (Joseph) (O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (C. ✻).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri Milne) (C. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✻).
EDWARDS (Alphonse Milne) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✻).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) O. ✻.
MAREY (Étienne-Jules) ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✻).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✻.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✻).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) (O. ✻).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
DU MONCEL (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✻).
FAVÉ (Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN) (C. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✻), à Göttingue.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Don PEDRO D'ALCANTARA, Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William), à Glascow.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin.
KRONECKER (Léopold), à Berlin.
SPOTTISWOODE (William), à Londres.
BRIOSCHI (François), à Milan.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolph), à Bonn.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BROCH (Ole-Jacob), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) , à Grenoble.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
PLANTAMOUR (Émile), à Genève.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
ROCHE (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) ✻, à Marseille.
OPPOLZER (Théodore D') (O. ✻), à Vienne.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo), à Stockholm
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
DE LA RUE (Warren) ✻, à Londres.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

LÜTKE (Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Brest.
SABINE (Général Edward), à Londres.
NORDENSKIOLD (Nils-Adolf-Erik), à Stockholm.
CIALDI (Alexandre), à Rome.

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
BILLET (F.), à Dijon.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ✵), à Bordeaux.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✵), à Heidelberg.
HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✵, à Cognac.
CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) ✵, à Montpellier.
STAS (Jean-Servais) ✵, à Bruxelles.

Section VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg
STUDER (Bernard), à Berne.
LORY (Charles) ✵, à Grenoble.
CAILLETET (Louis-Paul) ✵, à Châtillon-sur-Seine.
SMITH (J. Lawrence), à Louisville (Kentucky).
ABICH (Guillaume-Germain), à Vienne.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.
SELLA ( ), à Rome.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
DUVAL-JOUVE (Joseph) ✻, à Montpellier.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
DARWIN (Charles-Robert), à Down, Beckenham (Kent), Angleterre.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen.
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille.
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE) ✻, à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertforshire).
MAC CORMIK, à Chicago (Illinois).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwig ht), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) ✻, à Lyon.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
SCHWANN (Théodore), à Liège.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

BECQUEREL (Edm).
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1880.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1881, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Jamin obtient	32	suffrages.
M. Rolland »	17	»
M. Desains »	1	»
M. Hermite »	1	»
M. Phillips »	1	»

M. Jamin, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1881.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1880, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

Le nombre des votants étant 52,

M. Decaisne	obtient.....	48	suffrages.
M. Edm. Becquerel	»	46	»

MM. **Decaisne** et **Edm. Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission centrale administrative.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Edmond Becquerel** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er *janvier* 1881.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le Tome LXXXVIII (1er semestre 1879) et le Tome LXXXIX (2e semestre 1879) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1880 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Documents relatifs au passage de Vénus. — La deuxième Partie du Tome II vient d'être terminée. Elle renferme la fin des Mémoires concernant la mission de l'île Saint-Paul : la Météorologie, par M. le Dr Rochefort, et les recherches géologiques faites à Aden, à la Réunion, à Saint-Paul et Amsterdam et aux Seychelles, par M. Ch. Vélain. Elle contient aussi les Rapports de M. Tisserand et de M. Picard sur la mission du Japon, celui de M. Héraud sur la mission de Saïgon et enfin celui de M. Ch. André sur la mission de Nouméa.

Ce Volume renferme également, outre de nombreux bois placés dans le corps du texte, 33 planches lithographiées, gravées ou photoglyptiques.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLII a sept feuilles tirées. Elles contiennent le Mémoire n° 1, de MM. Becquerel, sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36^m de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année 1878. Le Mémoire n° 2 est de M. de Lacaze-Duthiers; il est intitulé : « Histoire de la *Laura Gerardiæ*, type nouveau de crustacé parasite ». Les feuilles 1 à 9 sont en pages; le reste de la copie livrée à l'imprimerie forme les placards 9 à 16; l'explication des figures est également en placards. La gravure des planches sera terminée vers le mois de mars. Le Mémoire n° 3 forme sept feuilles bonnes à tirer; il porte pour titre : « Mémoire sur la température de l'air à la surface du sol, etc., pendant l'année 1879 », par MM. Edmond et Henri Becquerel.

Le Tome XLIII renferme le Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont. Ce Mémoire a six feuilles tirées; la feuille 7 et la feuille 1 des Tables sont bonnes à tirer. La fin de ce travail, qui formera environ vingt-cinq feuilles, va suivre bientôt.

Documents relatifs au passage de Vénus. — Le Tome III est, comme les précédents, divisé en deux Parties. La première est en préparation; elle contiendra le dernier Rapport qu'il y ait encore à publier à propos des missions de 1874, celui de MM. Bouquet de la Grye et H. Filhol sur les travaux effectués à l'île Campbell. La deuxième Partie avance rapidement ; les fascicules A, B, C, D, E des mesures micrométriques sont achevés; il ne reste plus maintenant en préparation que le fascicule F, qui doit contenir les mesures confiées à M. Gariel.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXVII a quatre-vingt-une feuilles tirées. Le Mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux forme vingt-quatre feuilles; celui de M. G. Darboux, sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre, forme cinquante et une feuilles; celui de M. Félix Lucas, sur les vibrations calorifiques des solides homogènes, forme deux feuilles; celui de M. Haton de la Goupillière, intitulé « Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant eu égard aux résistances passives », forme quatre feuilles; enfin celui de M. Stanislas Meunier, sur le mode de formation de divers minéraux météoriques, forme quatre feuilles.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Table générale des Mémoires de l'Académie (Tomes I à XIV, 1re série; Tomes I à XL, 2e série) *et des Mémoires des Savants étrangers* (Tomes I et II, 1re série; Tomes I à XXV, 2e série). — Cette Table est divisée en trois Parties : la première, par *ordre de Volumes*, formera huit feuilles, qui sont en correction; la seconde, par *noms d'auteurs*, forme sept feuilles, qui sont tirées; la troisième, par *ordre de matières*, dont le manuscrit va être incessamment livré à l'imprimerie, formera environ sept feuilles.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1880.

Membres décédés.

Section de Géométrie : M. **Chasles**, décédé le 18 décembre.

Section de Mécanique : M. le général **Morin**, décédé le 7 février.

Membres élus.

Section de Mécanique : M. **Bresse**, le 31 mai, en remplacement de M. le général **Morin**.

Section de Géographie et Navigation : M. le colonel **Perrier**, le 5 janvier, en remplacement de M. **de Tessan**.

Membre à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Chasles**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1880.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Borchardt**, à Berlin, décédé le 27 juin.

Section d'Astronomie : M. **Peters**, à Kiel, décédé le 9 mai.

Section de Physique générale : M. **Lissajous**, à Plombières-lès-Dijon, décédé le 24 juin.

Section de Chimie : M. **Favre**, à Marseille, décédé le 17 février; M. **Zinin**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 18 février.

Section de Minéralogie : M. **W. Miller**, à Cambridge, décédé le 20 mai.

Section de Botanique : M. **Schimper**, à Strasbourg, décédé le 20 mars; M. **Godron**, à Nancy, décédé le 16 août.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Brioschi**, à Milan, le 6 décembre, en remplacement de M. **Borchardt**, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Warren de la Rue**, à Londres, le 27 décembre, en remplacement de M. **Mac Lear**, décédé.

Section de Physique générale : M. **Abria**, à Bordeaux, le 13 décembre, en remplacement de M. **Lissajous**, décédé.

Section de Chimie : M. **Chancel**, à Montpellier, le 7 juin, en remplacement de M. **Favre**, décédé; M. **Stas**, à Bruxelles, le 14 juin, en remplacement de M. **Zinin**, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Sella**, à Rome, le 27 décembre, en remplacement de M. **W. Miller**, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Peters**, à Kiel, décédé le 9 mai.

Section de Botanique : M. **Schimper**, à Strasbourg, décédé le 20 mars; M. **Godron**, à Nancy, décédé le 16 août.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 1879. M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur l'oxyde de fer magnétique*. Note de M. **Berthelot**.

« 1. On sait qu'il existe divers oxydes de fer intermédiaires entre les deux oxydes salifiables, le protoxyde et le peroxyde de fer, FeO et Fe^2O^3. Ces *oxydes, dits salins*, peuvent être regardés comme formés par la combinaison des deux oxydes fondamentaux; le plus important est l'oxyde magnétique Fe^3O^4, c'est-à-dire $FeO + Fe^2O^3$, qui se produit dans un grand nombre de réactions. M. Moissan, dans l'étude remarquable qu'il a publiée récemment sur les oxydes métalliques de la famille du fer (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 199; 1880), a montré qu'il

existe plusieurs états isomériques distincts d'oxyde magnétique, obtenus dans la réduction ménagée du peroxyde de fer et par divers autres artifices. Ces oxydes isomères se différencient par la facilité inégale avec laquelle ils sont attaqués par les acides et les autres agents chimiques. M. Moissan ayant bien voulu me remettre des échantillons de la variété la plus facilement attaquable, la seule que l'on puisse dissoudre dans les acides à basse température, j'en ai déterminé la chaleur de formation.

» 2. A cette fin, j'ai d'abord vérifié la composition du produit, en cherchant combien il fallait d'oxygène (fourni par le permanganate de potasse) :

» 1° Pour peroxyder le produit lui-même;

» 2° Pour le peroxyder après réduction à l'état de protoxyde par le zinc.

» J'ai trouvé, pour 100 parties d'oxyde magnétique sec (¹) :

1er échantillon.	2e échantillon.	
3,49	3,34	O fixé (produit initial Fe^3O^4).
10,40	10,30	O fixé (produit réduit par Zn).

» La théorie indique 3,45 et 10,35.

» Le composé était donc bien l'oxyde Fe^3O^4.

» Ce corps, maintenu vers 70° pendant quelques heures, absorbe déjà une dose sensible d'oxygène : 0,15 à 0,17 dans mes essais.

» Cet oxyde ne se dissout pas immédiatement dans l'acide chlorhydrique étendu et froid, mais il se dissout assez vite dans l'acide concentré.

» 3. J'ai pris 5^{gr} de l'oxyde magnétique précédent et je les ai introduits avec 25^{cc} d'acide chlorhydrique concentré ($HCl + 4,08H^2O^2$) dans une petite fiole, immergée au sein d'un calorimètre renfermant 500^{gr} d'eau.

» J'ai agité vivement, jusqu'à dissolution de l'oxyde dans l'acide concentré, puis j'ai brisé la fiole, de façon à mélanger la solution ferrosoferrique avec excès d'acide dans la totalité de l'eau du calorimètre. La chaleur totale dégagée a été mesurée. D'autre part, je connaissais la chaleur dégagée par la réaction des oxydes de fer sur l'acide chlorhydrique étendu, à la même température :

FeO hydraté + HCl étendu, dégage........	+10,7
Fe^2O^3 hydraté + 3HCl étendu, dégage........	+17,1
Total........	+27,8

(¹) Le produit, séché entre 60° et 70°, a perdu 0,2 seulement.

J'ai vérifié expressément que la réaction d'un excès d'hydracide, dilué à l'avance dans les mêmes proportions exactes que l'acide de l'expérience ci-dessus, sur la solution du protochlorure et sur celle du perchlorure de fer, celles-ci étant prises d'ailleurs sous une dilution équivalente, dégage des quantités de chaleur négligeables.

» Cela constaté, pour calculer la chaleur que dégagerait la dissolution de l'oxyde magnétique dans l'acide chlorhydrique étendu, il suffit de mesurer d'abord la chaleur totale dégagée par la dissolution de Fe^3O^4 dans l'hydracide concentré, dissolution suivie de la dilution de la liqueur : cette quantité est connue d'après l'expérience précédente; puis on mesure la chaleur dégagée par la dilution de la même quantité d'hydracide concentré, dans la même quantité d'eau, à la même température, et on retranche cette dernière quantité de la précédente. J'ai trouvé ainsi

Fe^3O^4 anhydre $+ 4HCl$ étendu $= FeCl$ étendu $+ Fe^2Cl^3$ étendu $+ 4HO$,
dégage (moyenne de trois essais)............................ $+ 23^{Cal},4$.

» La différence entre ce chiffre et la somme des deux précédents, soit

$$+ 27,8 - 23,4 = + 4^{Cal},4,$$

exprime la chaleur dégagée par la combinaison des deux oxydes de fer fondamentaux, pris à la température ordinaire et sous forme d'hydrates :

FeO hydraté $+ Fe^2O^3$ hydraté $= Fe^3O^4$ anhydre (variété facilement attaquable)... $+ 4^{Cal},4$

» La marche expérimentale qui vient d'être suivie a été préférée, après essai, à la marche qui consisterait à employer directement comme liqueur calorimétrique l'acide chlorhydrique concentré, parce que la chaleur de dilution, observée dans ce cas, serait vingt fois plus grande que dans le premier cas et par suite dix à douze fois aussi grande que la chaleur même dégagée dans la réaction de l'oxyde magnétique sur l'hydracide étendu : les limites d'erreur seraient dès lors bien plus considérables. Je dirai seulement, à titre de renseignement, que la dissolution de l'oxyde magnétique dans soixante fois son poids d'acide concentré, $HCl + 4,08H^2O^2$, dégage pour Fe^3O^4 : $+ 21,0$.

» 4. On tire encore des nombres donnés plus haut :

$Fe^3 + O^4 = Fe^3O^4$, dégage........... $+ 134,5$ ou $+ 33,6 \times 4$.

» On a d'ailleurs

$Fe + O +$ eau $= FeO$ hydraté .... $+ 34,5$
$Fe^2 + O^3 +$ eau $= Fe^2O^3$ hydraté ..... $+ 95,6$ ou $+ 31,9 \times 3$.

» 5. On peut faire une première application de ces chiffres à la réduction des oxydes de fer par l'hydrogène, et à la décomposition inverse du fer métallique par la vapeur d'eau. En effet, les chaleurs de formation des trois oxydes de fer (+ 34,5; + 33,6; + 31,9) à partir d'un même poids d'oxygène sont fort voisines de la chaleur de formation de l'eau solide (+ 35,2 — A, A étant la chaleur de solidification de l'hydrogène), celle-ci étant rapportée à des états semblables des composants et des composés.

» Si l'on admet pour A un chiffre voisin de 2 à 4, ce qui est conforme aux analogies, on voit que l'hydrogène devra ramener le peroxyde de fer à l'état d'oxyde magnétique, puis de protoxyde [1], et que le fer devra décomposer l'eau en sens inverse, en engendrant de l'oxyde magnétique et du protoxyde : toutes prévisions conformes à l'expérience.

» Si l'on admet en outre un état de dissociation des oxydes de fer, tel que l'oxyde magnétique coexiste avec une certaine dose de protoxyde et de peroxyde, produits par sa dissociation, on rendra compte des phénomènes d'équilibre qui accompagnent ces deux réactions, phénomènes si bien étudiés par M. H. Sainte-Claire Deville (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 1201, et LXXI, p. 30).

» 6. Toutefois il n'est pas possible de préciser complètement ces interprétations, dans l'état actuel de la science, et de les étendre jusqu'à la réduction du fer métallique, parce que nous ne connaissons ni les chaleurs d'hydratation du protoxyde (B) et du peroxyde de fer, ni par conséquent la vraie chaleur de formation (+ 34,5 — B, pour le protoxyde) de ces oxydes anhydres; ni les chaleurs de transformation des états facilement attaquables des trois oxydes de fer (protoxyde, peroxyde, oxyde magnétique) dans les trois états stables [2] et difficilement attaquables [probablement polymériques [3]], ni les chaleurs spécifiques de ces oxydes et de la vapeur d'eau elle-même entre 0° et 600°, chaleurs spécifiques qui font varier la chaleur mise en jeu dans les réactions. Il suffirait que vers le rouge la chaleur de formation du protoxyde anhydre (+ 34,5 — B à

---

(1) Voir Moissan, *loco citato*, p. 201.

(2) *Voir* dans Moissan, *loco citato*, page 222, les deux variétés d'oxyde magnétique qu'il appelle *allotropiques;* et page 224 les deux protoxydes.

(3) Les différences entre les états multiples d'un même oxyde métallique, inégalement attaquables par les réactifs, étaient expliquées autrefois par le mot vague de *cohésion*, auquel j'ai proposé, il y a bien des années, de substituer dans la plupart des cas la notion précise de la *polymérie*, c'est-à-dire de la combinaison de plusieurs molécules simples avec dégagement de chaleur (Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 551).

zéro) tombât au-dessous de celle de l'eau (+ 35,2 — A à zéro), dont elle est si voisine à la température ordinaire, pour que la réduction totale des oxydes de fer par l'hydrogène fût expliquée. Nous ignorons d'ailleurs également les tensions de dissociation en vertu desquelles chaque oxyde se déshydrate, chaque oxyde se transforme en oxydes différents, chaque oxyde polymérisé tend à revenir à l'état non condensé, etc., tensions qui règlent les phénomènes d'équilibre entre le fer, l'hydrogène et les composés oxygénés de ces deux éléments.

» C'est l'ignorance de ces diverses conditions régulatrices des phénomènes qui rend parfois si difficile la prévision de ce qui se passe à la température rouge : les principes généraux sont connus; mais les données manquent souvent pour pouvoir les appliquer avec rigueur.

» 7. Quoi qu'il en soit de ces vues théoriques, nous observerons, en terminant, que d'une part, étant acceptés les chiffres ci-dessus :

Fe combiné avec O dégage	+ 34,5
» avec $O^{1\frac{1}{3}}$ »	+ 44,8
» avec $O^{1\frac{1}{2}}$ »	+ 47,8

quantités de chaleur croissantes avec la dose d'oxygène fixée sur un même poids de fer.

» Mais l'accroissement n'est pas proportionnel au poids de l'oxygène, car

O = 8gr, fixé sur le fer, dégage pour former le protoxyde (hydraté)	+ 34,5
O = 8gr, fixé sur le protoxyde pour former l'oxyde magnétique, dégage	+ 31,0
O = 8gr, fixé sur l'oxyde magnétique pour former le peroxyde (hydraté)	+ 17,8

On peut dire encore que

O fixé par le fer en formant le protoxyde (hydraté) dégage	+ 34,5
O fixé par le fer en formant l'oxyde magnétique	+ 33,6
O fixé par le fer en formant le peroxyde (hydraté)	+ 31,9

» La chaleur dégagée va donc en décroissant, pour une même dose d'oxygène fixée, lorsqu'on passe du protoxyde à l'oxyde magnétique, puis au peroxyde, conformément à ce qui s'observe le plus souvent dans l'étude des composés formés en proportions multiples [1]. Le travail accompli diminue, c'est-à-dire que l'affinité s'affaiblit, à mesure que la dose de l'oxygène fixé devient plus considérable.

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 346, 358, 363, 367, etc. Voir aussi *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 388.

» Rappelons enfin que la formation de l'oxyde salin, par l'union du protoxyde et du peroxyde : $FeO + Fe^2O^3 = Fe^3O^4$, dégage $+4,4$, chiffre comparable à la chaleur dégagée dans la formation des sels des acides faibles. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches de M.* Fournier *sur la baisse du baromètre dans les cyclones.* Note de M. **Faye**.

« M. Fournier, capitaine de frégate, m'a adressé de Toulon la première Partie d'une Étude sur la baisse barométrique qu'on observe régulièrement à l'intérieur des cyclones. J'en présente un simple extrait, pour laisser à M. Fournier la satisfaction de venir lire lui-même devant l'Académie, dans une séance ultérieure, l'exposé complet de ses idées théoriques et surtout l'application qu'il compte en faire aux règles de manœuvre devant un typhon ou un ouragan.

» L'auteur est parvenu à représenter la marche du baromètre par cette formule,

$$H - h = K\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right),$$

dans laquelle h représente la hauteur du baromètre à la distance r du centre, H la hauteur en dehors du cyclone, R le rayon extérieur de ce dernier, K une constante relative aux circonstances du phénomène et à la nature de l'instrument employé. On sait qu'un cyclone présente toujours une région centrale de calme plus ou moins étendue : c'est entre le rayon de ce calme et le rayon extérieur que l'intégrale précédente doit rester comprise.

» M. Fournier a comparé sa formule à deux séries d'observations faites à l'observatoire de l'île de la Réunion, à l'occasion des cyclones de 1818 et de 1859, caractérisés l'un par la plus grande baisse barométrique de ce siècle, l'autre par l'une des plus petites. Elles ont été publiées par M. Bridet dans son Livre sur les ouragans de l'hémisphère austral.

» En posant $L = \frac{K}{r_0}$, $\lambda = \frac{V}{r_0}$, $\tang\varphi = \lambda\theta$, relations où V représente la vitesse de translation du cyclone, r_0 la plus courte distance du centre à l'observateur immobile, θ l'heure comptée à partir de l'instant où l'observateur a atteint la plus courte distance r_0, et h_0 la hauteur barométrique à cet instant, l'équation précédente devient

$$h - h_0 = L \sin^2 \tfrac{1}{2}\varphi.$$

Voici comment elle représente les observations de l'île de la Réunion :

Cyclone de 1818, *à dépression maximum* $H - h_0 = 43^{mm}$.

$h_0 = 717^{mm}$ $\begin{cases} \log\lambda = \bar{1},47813, \\ \log L = 1,94124. \end{cases}$

θ.	$h - h_0$ observé.	$h - h_0$ calculé.	Diff.
h	mm	mm	mm
0.....	0,0	0,0	0
3.....	10,0	11,2	+1,2
6.....	22,5	22,5	0
9.....	28,5	28,5	0
12.....	31,9	32,0	+0,1
15.....	34,2	34,2	0
18.....	36,3	35,7	−0,6
21.....	37,5	36,8	−0,7
24.....	38,2	37,7	−0,5

Cyclone de 1859, *à dépression minimum* $H - h_0 = 13^{mm},4$.

$h_0 = 746^{mm},6$ $\begin{cases} \log\lambda = \bar{1},35602, \\ \log L = 1,42255. \end{cases}$

θ.	$h - h_0$ observé.	$h - h_0$ calculé.	Diff.
h	mm	mm	mm
0.....	0,0	0,0	0
3.....	2,9	2,3	−0,6
6.....	5,4	5,4	0
9.....	7,4	7,4	0
12.....	8,5	8,7	+0,2
15.....	9,5	9,5	0
18.....	10,2	10,1	−0,1
21.....	10,6	10,5	−0,1
24.....	11,0	10,8	−0,2

» Je laisse maintenant la parole à l'auteur :

« On voit, par ces Tableaux, que, pendant une période de quinze heures avant le passage des centres de dépression de ces deux tempêtes à la plus courte distance de l'observateur, les valeurs de la baisse barométrique déduites de la formule sont identiques, dans les limites de la précision instrumentale, à celles qui ont été réellement observées à la Réunion en 1818 et en 1859. Quant aux légères différences, ne dépassant guère du reste $0^{mm},5$, qui se manifestent, au delà de cet intervalle, entre les données du calcul et celles de l'observation, elles peuvent être attribuées principalement à ce que, par suite de l'accroissement de force vive dans le mouvement gyratoire de la base du tourbillon et de l'élargissement progressif de son diamètre, résultant sans doute, comme le pense M. Faye, de la chute continue de l'air des régions supérieures de l'atmosphère vers le sol, les paramètres $\frac{1}{R}$, h_0 et K subissent en réalité des variations progressives et très lentes, il est vrai, mais qui peuvent atteindre, avec le temps, des valeurs sensibles. En supposant donc ces paramètres invariables dans la formule, comme nous l'avons fait, on doit nécessairement commettre une erreur qui grandit avec θ et cesse d'être négligeable au delà d'un intervalle de douze ou quinze heures environ.

» On remarquera, en outre, qu'il ne faut pas employer, dans la vérification de cette formule, les hauteurs barométriques directement observées, mais seulement leurs valeurs corrigées des variations diurnes et accidentelles qui les affectent généralement, par le tracé de la courbe continue représentant graphiquement leur marche moyenne avec le temps.

» Il est évident enfin que, dans les régions terrestres où les reliefs du sol sont nombreux et élevés, la formule ne saurait donner les résultats précis que l'on en peut déduire sur les mers, où elle fournira aux marins, comme nous l'expliquerons ultérieurement, des indications fort importantes sur la marche des ouragans. »

M. **de la Gournerie** fait hommage à l'Académie d'une « Notice nécrologique sur M. Jégou d'Herbeline » qu'il vient de publier dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Peters*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Gould obtient . . . . 46 suffrages.

M. **Gould**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **É. Haunet** adresse, pour le Concours du prix Bordin, une Note sur un moyen d'atténuer les inconvénients ou les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées des machines à vapeur.

(Renvoi à la future Commission.)

M. **E. Préaubert** adresse une nouvelle Note sur « l'attraction newtonienne et l'électricité ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux Brochures de M. *E. Delfortrie*, concernant « les dunes littorales du golfe de Gascogne » et la « découverte d'un squelette entier de *Rytiodus* dans le falun aquitanien » ;

2° Un Ouvrage de M. le Dr *Otto Hahn*, imprimé en allemand, sur « les météorites et leurs organismes ».

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant ce dernier Ouvrage, fait remarquer que l'examen des Planches dont il est accompagné a permis de constater, à Paris, que l'auteur a été victime d'une illusion, en attribuant à des organismes les aspects que présentent certaines configurations des

météorites naturelles. Ces mêmes aspects se retrouvent, en effet, dans des météorites artificielles, produites par l'action du feu.

M. **Warren de la Rue**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Ch. Hatt** se met à la disposition de l'Académie pour l'une des expéditions qui seront chargées de l'observation du passage de Vénus en 1882.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

ASTRONOMIE. — *Sur les observations des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire de Toulouse en* 1879. Note de M. **B. Baillaud**.

« Les observations des satellites de Jupiter ont été poursuivies en 1879 à l'Observatoire de Toulouse par MM. Jean, Perrotin, Bigourdan et Baillaud. M. Perrotin observait comme par le passé à l'équatorial Secretan, M. Bigourdan au télescope Foucault de $0^m,33$ d'ouverture, M. Jean à la lunette Bianchi; j'observais moi-même au grand télescope. A la fin de l'année, par suite du départ de MM. Perrotin et Bigourdan, un changement eut lieu; j'observai à l'équatorial et M. Jean au grand télescope.

» Le nombre total des observations a été de 341, dont 65 observations d'éclipses et 276 observations de phénomènes divers. Le nombre des observations d'éclipses est assez grand, et les observations, bien que faites à des instruments très divers, sont assez concordantes pour qu'il y ait intérêt à les comparer aux éphémérides de la *Connaissance des Temps*. Cette comparaison, en ce qui concerne le premier satellite, a été faite pour chaque instrument. Les corrections des éphémérides déduites des observations séparées sont :

Équatorial Secretan.

« Disparitions : 20 juin, $+16^s,9$; 27 juin, $+10^s,3$; 13 juillet, $+23^s,2$; 12 août, $+26^s,1$; 28 août $+0^s,5$; moyenne $+15^s,4$.

» Réapparitions : 6 septembre, $-9^s,9$; 13 septembre, $+17,2$; 29 septembre, $-9^s,5$; 1er octobre, $-10^s,8$; 31 octobre, $-3^s,6$; 9 décembre, $+20^s,2$; 25 décembre, $+20^s,0$; moyenne, $+4^s,8$.

Télescope de $0^m,33$.

» Disparitions : 27 juin, $+10^s,3$; 6 juillet, $+7^s,4$; 13 juillet, $+39^s,3$; 28 août, $+26^s,3$; moyenne, $+21^s,1$.

» Réapparitions : 6 septembre, — $9^s,5$; 13 septembre, + $0^s,9$; 29 septembre, + $1^s,7$; 1er octobre, — $9^s,2$; 8 octobre, — $7^s,3$; moyenne, — $4^s,7$.

Lunette Bianchi.

» Disparitions : 20 juin, + $36^s,6$; 27 juin, + $15^s,1$; 6 juillet, + $13^s,2$; 13 juillet, + $24^s,1$; 28 août, + $0^s,5$; moyenne, + $17^s,9$.

» Réapparition : 6 septembre, + $1^s,3$.

Grand télescope.

» Disparition : 27 juin, + $1^s,3$.

» Réapparitions : 6 septembre, — $0^s,7$; 13 septembre, + $19^s,4$; 29 septembre, + $4^s,8$; 1er octobre, — $0^s,1$; 8 octobre, — $2^s,7$; 31 octobre, + $5^s,2$; 16 novembre, — $1^s,1$; 9 décembre, + $13^s,1$; moyenne, + $4^s,8$.

» Si l'on désigne par ε la correction de l'éphéméride, par δ l'accroissement en temps qu'il convient d'attribuer au demi-diamètre du satellite, la correction d'une disparition est $\varepsilon + \delta$; celle d'une réapparition est $\varepsilon - \delta$. D'après cela, on obtient, en moyenne, en négligeant toute influence secondaire :

Équatorial	$\varepsilon = +10^s,1$	$\delta = +5^s,3$
Petit télescope............	$\varepsilon = +8,2$	$\delta = +18,9$
Lunette Bianchi	$\varepsilon = +9,6$	$\delta = +8,3$
Grand télescope	$\varepsilon = +3,1$	$\delta = -1,2$

» La discordance des observations faites au grand télescope n'est qu'apparente ; elle vient de ce que la seule disparition observée à cet instrument l'a été dans de mauvaises conditions atmosphériques ; le nombre + $1^s,3$ est assurément beaucoup trop faible.

» Pour chacun des autres satellites, il convient de réunir dans les moyennes toutes les observations, leur nombre étant moins considérable. Les différences *observation — éphéméride* sont les suivantes :

Deuxième satellite.

» Disparitions : 20 août, + $67^s,1$, + $83^s,3$, + $49^s,5$; 27 août, — $6^s,1$, + $45^s,3$, + $21^s,5$; moyenne, + $43^s,6$.

» Réapparitions : 9 octobre, — $66^s,7$, — $66^s,3$; 3 novembre, — $48^s,9$; 10 novembre, — $35^s,8$; moyenne, — $54^s,4$.

» D'où

$$\varepsilon = -5^s,4,$$
$$\delta = +49^s,0.$$

Troisième satellite.

» Disparitions : 26 mai, — $26^s,3$, — $20^s,7$; 31 octobre, — $60^s,0$, — $38^s,7$; 13 décembre, — $125^s,6$, — $81^s,7$; moyenne, — $58^s,8$.

» Réapparitions : 25 septembre, — $192^s,8$, — $191^s,7$, — $191^s,7$; 31 octobre, — $203^s,6$; moyenne, — $195^s,0$.

» D'où

$$\varepsilon = -126^s,9,$$
$$\delta = +68^s,2.$$

Quatrième satellite.

» Disparitions : 2 août, — $239^s,7$, — $236^s,7$, — $268^s,7$; 19 août, — $283^s,6$, — $280^s,7$, — $280^s,3$; moyenne, — $265^s,0$.

» Réapparitions : 13 juin, — $119^s,0$, — $157^s,7$; moyenne, — $138^s,4$.

» D'où

$$\varepsilon = -201^s,7,$$
$$\delta = -64^s,3.$$

ASTRONOMIE. — *Sur un procédé d'observation astronomique à l'usage des voyageurs, les dispensant de la mesure des angles pour la détermination de la latitude et du temps sidéral.* Mémoire de M. **Ch. Rouget**, présenté par M. F. Perrier. (Extrait par l'auteur.)

« L'idée de substituer la mesure du temps à celle des angles n'est pas nouvelle; Gauss a donné un procédé d'observation de trois étoiles vues à la même hauteur à divers intervalles de temps. La méthode est rappelée dans le *Traité d'Astronomie sphérique* de Brunnow; on y traite également de diverses questions sur la détermination du temps ou de la latitude par les étoiles ayant au même moment le même azimut.

» J'ai pensé qu'on pouvait aller plus loin dans cette voie. On peut observer deux étoiles ayant au *même moment* la même hauteur; cette observation peut être très précise en les choisissant convenablement vers le premier vertical et de *mouvements différents*. On peut, de plus, combiner deux à deux des observations de ce genre pour trouver à la fois la latitude et le temps sidéral; il suffit de noter l'intervalle écoulé entre les deux phénomènes pour n'avoir plus que deux inconnues avec deux équations.

» Lorsque deux étoiles sont au même instant à la même hauteur, l'arc de grand cercle perpendiculaire au milieu de l'arc qui les unit passe par le zénith. Lorsque deux étoiles ont ou même azimut ou des azimuts différant de 180°, l'arc de grand cercle qui les unit passe par le zénith.

» Les plans de ces grands cercles sont définis. J'ai appelé *trajectoire de*

vision simultanée l'intersection de ces plans avec la voûte céleste; ces trajectoires sont le lieu des zéniths de tous les points de la Terre d'où l'on voit le phénomène au même instant physique, quand les deux astres sont visibles.

» L'angle de ces plans avec l'équateur est connu; sa valeur indique la latitude limite d'où le phénomène peut encore être vu. Les points d'intersection avec l'équateur sont les nœuds; les ascensions droites de ces nœuds sont connues également : l'une d'elles (il n'y a qu'une solution à l'équateur) indique l'heure sidérale du phénomène pour les habitants de l'équateur.

» Le temps sidéral d'un même phénomène change d'une latitude à une autre; d'après la direction est ou ouest de la trajectoire à partir de l'équateur, on voit comment varie le temps sidéral pour des latitudes croissantes, puisque les méridiens sont coupés obliquement; l'heure sidérale croît à l'est et décroît à l'ouest, d'où il résulte que, si l'on choisit deux trajectoires allant à la rencontre l'une de l'autre, on constate qu'il s'écoulera à l'équateur un certain temps entre les deux observations, que cet intervalle diminuera jusqu'à devenir nul sur le parallèle où elles se rencontrent, et que, pour des latitudes plus élevées, les phénomènes se succèdent en ordre inverse.

» On peut donc construire des Tables par couples d'étoiles et pour des latitudes croissantes, donnant l'heure sidérale degré par degré; si les trajectoires sont choisies comme il vient d'être dit, les voyageurs pourront, par la seule durée du temps sidéral écoulé entre les deux observations, conclure la latitude et le temps sidéral par une simple interpolation. Je donne un exemple de ces Tables pour les étoiles Arcturus, α de la Balance, puis Véga et Antarès.

» Le calcul m'a conduit à établir les formules pour l'équateur; on en déduit la valeur des variables pour une latitude quelconque par la seconde formule.

» Si l'on appelle θ le temps sidéral, α l'ascension droite, D la déclinaison, l la latitude, A l'angle à l'équateur, et que l'on pose pour inconnue auxiliaire $\omega = \theta - \frac{1}{2}(\alpha'' + \alpha')$, on a :

» 1° Pour les phénomènes de même hauteur (équateur),

$$\operatorname{tang}\omega\varepsilon = \frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}(D'' + D')\operatorname{tang}\frac{1}{2}(D'' - D')}{\operatorname{tang}\frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha')},$$

$$\sin(\theta\varepsilon - \theta l) = \frac{\operatorname{tang} l \sin\omega\varepsilon}{\cos\frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha')\operatorname{tang}\frac{1}{2}(D'' + D')},$$

$$\operatorname{tang} A = \frac{\operatorname{tang} l}{\sin(\theta\varepsilon - \theta l)} = \frac{\cos\frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha')\operatorname{tang}\frac{1}{2}(D'' + D')}{\sin\omega\varepsilon};$$

» 2° Pour les phénomènes de même azimut, ou d'azimuts différant de 180° (je remplace ω par O),

$$\operatorname{tang} O\varepsilon = -\frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha')\sin(D'' + D')}{\sin(D'' - D')},$$

$$\sin(O\varepsilon - Ol) = -\frac{2\cos D' \cos D'' \operatorname{tang} l \sin\frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha')\cos O\varepsilon}{\sin(D'' - D')},$$

$$\operatorname{tang} A = -\frac{\sin(D'' - D')}{2\cos D' \cos D'' \sin\frac{1}{2}(\alpha'' - \alpha')\cos O\varepsilon}. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des lignes de courbure de toutes les surfaces de quatrième classe, corrélatives des cyclides, qui ont le cercle de l'infini pour ligne double.* Note de M. G. **Darboux.**

« Considérons une surface quelconque (S) et une surface du second degré (Q). Si l'on joint un point quelconque M de (S) au pôle du plan tangent en M par rapport à la surface (Q), on a une droite qui se réduit à la normale ordinaire quand la surface (Q) devient le cercle de l'infini. Cette droite, nous dirons qu'elle est la normale en M quand on prend pour *absolu*, suivant l'expression de M. Cayley, la quadrique (Q). Cette extension de la définition de la normale conduit naturellement à une généralisation de la théorie des lignes de courbure. Les lignes de courbure, relativement à la surface absolue (Q), sont les lieux des points pour lesquels les normales par rapport à (Q) forment une surface développable.

» Dans mon Ouvrage *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*, j'ai montré qu'on peut déterminer les lignes de courbure de toute surface du quatrième ordre à conique double quand on prend pour absolu une quelconque des quadriques inscrites dans cette surface. Les lignes de courbure par rapport à une quadrique se conservant lorsqu'on effectue une transformation par polaires réciproques, il suit de là que l'on saura déterminer les lignes de courbure de la surface de quatrième classe corrélative de la précédente par rapport à toute quadrique inscrite dans cette surface.

» Si, en particulier, cette surface de quatrième classe contient le cercle de l'infini, qui en sera alors une conique double, ce cercle pourra être considéré comme la limite d'une surface du second degré inscrite et l'on pourra déterminer les lignes de courbure par rapport à ce cercle, c'est-à-dire les lignes de courbure ordinaires de la surface. On reconnaît ainsi que

la détermination des lignes de courbure de cette surface de la quatrième classe, qui dépend, comme les cyclides, de treize paramètres, résulte de l'application immédiate d'un théorème de Géométrie que j'ai donné en 1872. Je vais d'abord montrer comment on peut effectuer cette détermination par le calcul.

» Prenons l'équation d'un plan sous la forme

$$ux + vy + wz + p = 0,$$

en supposant

$$u^2 + v^2 + w^2 = 1.$$

» L'équation de la surface générale de quatrième classe considérée peut être ramenée, par un choix convenable des axes, à la forme

$$(1) \qquad (p + \delta)^2 = au^2 + bv^2 + cw^2 + 2a'u + 2b'v + 2c'w.$$

» L'équation différentielle de ses lignes de courbure, que l'on obtient aisément, est

$$(2) \qquad \begin{vmatrix} au + a' & bv + b' & cw + c' & a'u + b'v + c'w \\ adv & bdu & cdw & a'du + b'dv + c'dw \\ u & v & w & -1 \\ du & dv & dw & 0 \end{vmatrix} = 0,$$

jointe à la condition

$$udu + vdv + wdw = 0.$$

» On peut, en introduisant deux arbitraires λ, μ et une différentielle dt pour l'homogénéité, écrire

$$\frac{du}{dt} = u + \frac{a' - \mu u}{a + \lambda}, \quad a'\frac{du}{dt} + b'\frac{dv}{dt} + c'\frac{dw}{dt} = a'u + b'v + c'w + \lambda - \mu,$$

$$\frac{dv}{dt} = v + \frac{b' - \mu u}{b + \lambda}, \quad u\frac{du}{dt} + v\frac{dv}{dt} + w\frac{dw}{dt} = 0,$$

$$\frac{dw}{dt} = w + \frac{c' - \mu u}{c + \lambda},$$

et l'équation (2) s'obtiendrait en éliminant λ, μ, dt entre ces cinq équations. Si nous cherchons au contraire à déterminer d'abord λ et μ, et que nous éliminions les différentielles, nous aurons

$$1 + \sum \frac{a'u}{a + \lambda} = \mu \sum \frac{u^2}{a + \lambda},$$

$$\lambda + \sum \frac{a'^2}{a + \lambda} = \mu\left(1 + \sum \frac{a'u}{a + \lambda}\right),$$

ou, en éliminant μ et après quelques réductions,

$$(3)\qquad \sum \frac{au^2 + 2a'u}{a+\lambda} = \sum \frac{(a'v - b'u)^2}{(a+\lambda)(b+\lambda)}.$$

» Or, il est bien remarquable que, conformément à ce qui se passe quand on applique une méthode analogue aux surfaces du second degré, l'intégrale générale de l'équation (2), c'est-à-dire l'équation finie de la ligne de courbure, s'obtient en donnant à λ une valeur constante quelconque dans l'équation (3).

» Au reste, on peut rattacher les propositions précédentes à des théorèmes donnés par M. Laguerre dans un beau Mémoire inséré au Tome II du *Journal de Mathématiques*, 3e série, p. 145. M. Laguerre détermine d'abord les lignes de courbure d'une surface particulière de quatrième classe; je me suis assuré qu'elle est comprise dans l'équation (1) et qu'elle correspond au cas où b' et a' sont nuls. Puis il fait connaître, d'une manière générale, les lignes de courbure des anticaustiques par réfraction relatives à des rayons parallèles de direction quelconque qui tombent sur une surface du second degré, mais sans indiquer la classe et le degré de généralité de ces anticaustiques. Or il est très aisé de démontrer le théorème suivant :

» *La surface de quatrième classe corrélative de la surface à conique double et ayant le cercle de l'infini comme ligne double peut être considérée de quatre manières différentes comme une anticaustique par réfraction relative à des rayons parallèles tombant sur une surface du second degré. Les surfaces du second degré correspondantes aux quatre modes de génération sont homofocales; elles passent par les quatre coniques doubles de la surface de quatrième classe, et dans chaque mode de génération les rayons lumineux sont normaux au plan de la conique double correspondante.*

» On peut encore énoncer cette proposition sous la forme suivante :

» *La surface de quatrième classe qui vient d'être définie peut être considérée de quatre manières différentes comme l'enveloppe des sphères ayant leur centre sur une surface du second degré et coupant un plan fixe sous un angle constant.*

» Il y a encore d'autres propriétés géométriques; je les développerai ailleurs. On voit toutefois que les résultats donnés dans cette Note deviennent, par l'emploi du théorème précédent, qui me paraît nouveau, de simples conséquences des propositions élégantes dues à M. Laguerre. »

PHYSIQUE. — *Mesure de la force électromotrice des piles.* Note de M. J.-B. Baille, présentée par M. Edm. Becquerel.

« La force électromotrice relative des piles se déduit ordinairement des lois d'Ohm et de l'étude de l'intensité des courants qu'elles produisent. Lorsqu'on veut mesurer directement ces forces et les exprimer en valeur absolue, on emploie ordinairement les appareils très ingénieux de M. W. Thomson ; mais ces instruments sont d'une manœuvre délicate et les indications qu'ils donnent ne sont pas toujours exemptes de doute. L'étude que nous avons faite de la balance de torsion, M. Cornu et moi, pour nos expériences sur la densité de la Terre, m'avait conduit à penser que cet appareil, dont la construction et le réglage sont si simples, pouvait être mis en action par les forces les plus faibles et donner des mesures très précises.

» Les précautions à prendre, pour obtenir de bonnes oscillations, sont d'éviter quelques perturbations qui se présentent, toujours les mêmes, et qui auraient une influence relative d'autant plus grande que le phénomène à étudier est plus délicat.

» Parmi ces perturbations, nous avons déjà signalé, M. Cornu et moi, les influences électriques et les trépidations du sol. On les élimine complètement en entourant l'appareil d'une caisse métallique, reliée au sol, et en l'installant dans un lieu bien tranquille, sur de solides piliers.

» J'ai été en butte à une autre cause perturbatrice très importante : l'influence de la chaleur. Elle se fait sentir sur le fil de torsion et sur l'air de la cage qui entoure le levier. Ces deux effets sont faciles à distinguer l'un de l'autre. Lorsque le fil seul est échauffé ou refroidi, les oscillations sont tout à fait irrégulières et désordonnées ; si l'air de la cage seul est soumis à l'action de la chaleur, les oscillations restent à peu près pendulaires, mais le point d'équilibre statique autour duquel se fait l'oscillation se déplace plus ou moins vite, toujours dans le même sens, pendant que la durée de l'oscillation augmente légèrement. Je me suis garanti de ces influences perturbatrices, très tenaces, en entourant l'appareil d'une couche épaisse de copeaux de bois.

» L'appareil dont je me suis servi se composait d'un long fil de torsion ($2^{m},70$) en argent recuit et d'un levier de $0^{m},50$, portant à chaque extrémité une boule de cuivre doré de $0^{m},03$ de diamètre. Des sphères pareilles étaient fixées aux sommets d'un rectangle de $20^{m},50$ et communiquaient

entre elles deux à deux en diagonale. Le levier, placé à égale distance des sphères fixes, communiquait, par l'intermédiaire du fil de torsion, avec le pôle + d'une pile déterminée P, l'autre pôle étant au sol.

» La charge du levier n'était pas aussi constante que je l'aurais désiré, car les piles éprouvent toujours des variations difficiles à définir. Aussi étais-je obligé de mesurer cette charge à chaque observation. Je mettais en rapport le pôle + de la pile P à la fois avec le levier et avec une paire de sphères fixes, et je prenais la déviation résultante; je recommençais en prenant la déviation de l'autre côté; et ainsi de suite, en alternant quatre fois.

» La pile à mesurer X se composait de 10 éléments pareils, et je faisais communiquer un des pôles de cette pile X avec les boules fixes, pendant que le levier restait en contact avec P et que l'autre pôle de X était au sol; puis je mesurais une seconde fois la charge du levier.

» Les déviations étaient lues par la réflexion d'une échelle de verre éclairée et placée à $3^m,30$ du levier. Tous les éléments de la mesure étaient connus, et la formule statique de Coulomb donnait $C\alpha = \frac{4mm'}{d^2}$ avec $O = \sqrt{\frac{\sum \frac{p}{g} r^2}{C}}$. Dans mes expériences, $O = 437^s$ et $\Sigma pr^2 = 32171,6$ (centimètres-grammes), le levier ayant été construit de forme géométrique.

» Les nombres suivants représentent le potentiel d'un élément de pile, c'est-à-dire la quantité d'électricité que le pôle de cette pile répandrait sur une sphère de $0^m,01$ de rayon; ils sont exprimés en unités électriques, l'unité étant la quantité d'électricité qui, agissant sur elle-même à $0^m,01$ de distance, produit une répulsion égale à 1^{gr}:

Pile de Volta	0,03415,	circuit ouvert.
» (zinc, sulfate de cuivre, cuivre)	0,02997,	»
» (zinc, eau acidulée, cuivre, sulfate de cuivre)	0,03709,	»
» (zinc, eau salée, charbon, peroxyde de manganèse)	0,05282,	»
» (zinc, eau salée, platine, chlorure de platine)	0,05027,	»
» (zinc, eau acidulée, charbon, acide azotique)	0,06285,	»

» Ces nombres sont les valeurs maxima obtenues au moment où la pile venait d'être chargée; mais ces potentiels diminuent rapidement à mesure que la pile est plus vieille.

» La pile à sulfate de cuivre reste seule pendant assez longtemps aux

environs du nombre donné, mais elle éprouve des variations qui peuvent atteindre le douzième de sa valeur en plus ou en moins. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de la lumière; réponse à M.* Cornu. Note de M. Gouy.

« J'ai soumis récemment à l'Académie la première Partie d'un Mémoire sur la propagation de la lumière; les *Comptes rendus* ([1]) contiennent, sous une forme succincte, les conclusions de ce travail. Dans une Note présentée à la dernière séance, M. Cornu déclare ces conclusions inexactes, et leur oppose plusieurs objections qui ne me paraissent pas s'appliquer aux idées que j'ai émises. Il me suffira, pour le montrer, d'ajouter à mon exposé trop sommaire quelques développements.

» Si l'on considère, dans un milieu isotrope, un faisceau de lumière parallèle à l'axe des x, et si l'intensité lumineuse est exprimée par une fonction de la forme $f(x - Vt)$, on dit que V est la *vitesse de la lumière.* Cette définition est indépendante de toute idée théorique sur la nature de la lumière. Il est évident que cette vitesse V est bien celle que l'on mesure par la méthode de la roue dentée; il n'est pas question, comme paraît le croire M. Cornu, d'une nouvelle définition de la vitesse de la lumière, ni d'objections aux expériences de M. Fizeau et aux siennes propres.

» Dans la théorie ondulatoire, l'intensité lumineuse étant proportionnelle au carré de l'amplitude de la vibration, la *vitesse de la lumière* V n'est autre chose que la vitesse avec laquelle se transporte cette amplitude. Il s'agit de rechercher quelles relations existent entre cette vitesse V et les autres éléments du mouvement lumineux, en tenant compte de la dispersion. Plus généralement, étant donnée une source de lumière homogène, dont on fait varier l'intensité d'une manière quelconque, il faut déterminer comment s'effectue la propagation du mouvement lumineux dans le milieu considéré.

» Pour résoudre un pareil problème, je ne connais qu'une méthode, qui consiste à former les équations différentielles du mouvement vibratoire, à les intégrer, en tenant compte des conditions initiales, et à réduire cette intégrale, si c'est possible, à une forme qui mette en évidence la loi du mouvement. Si l'on connaît d'avance, comme c'est le cas, des intégrales simples telles que leur somme puisse satisfaire aux conditions initiales, la

---

([1]) T. XCI, p. 877.

question se réduit à un problème d'Analyse, qui présentera, suivant les cas, des difficultés plus ou moins grandes. Tant que ce problème n'a pas été discuté avec le soin qu'il exige, on ne peut rien conclure relativement au mode de propagation du mouvement lumineux.

» Ce travail ne paraît avoir été fait que pour les milieux où la dispersion est négligeable ou nulle, comme c'est le cas dans la théorie du son. Comme cette théorie est fort connue, on se représente volontiers la propagation de la lumière, dans un milieu dispersif, comme se faisant de la même manière que la propagation des ébranlements sonores, avec cette seule différence que la *vitesse de propagation* aurait des valeurs différentes suivant la nature de la source de lumière homogène. Ainsi, pour un faisceau parallèle à l'axe des x, l'équation du mouvement vibratoire serait nécessairement de la forme

$$u = F(x - at), \tag{1}$$

a étant une constante caractéristique de la source lumineuse homogène. Il suffirait donc de déduire cette vitesse a d'un cas particulier, pour l'appliquer à tous les autres, et, si j'ai bien compris la Note de M. Cornu, c'est ainsi qu'il envisage la question. C'est là, assurément, un principe fort simple, mais qui ne ressemble en rien à une théorie mécanique, et mon but est précisément de montrer qu'il est erroné.

» J'ai montré, par un exemple auquel on peut joindre les *mouvements simples* de Cauchy, qu'il peut exister, dans un milieu dispersif, des mouvements tels, que la *vitesse de la lumière* V, définie plus haut, n'est pas égale à la vitesse avec laquelle marchent les ondes, ou, pour préciser, les *nœuds* du mouvement vibratoire, et qui est nécessairement égale à $\frac{\lambda}{T}$. M. Cornu trouve l'exemple mal choisi pour déterminer la vitesse de propagation a; cela est bien évident, puisque l'exemple a été choisi pour montrer un cas où cette vitesse n'existe pas.

» Ce qui précède suffit, je pense, à montrer l'état actuel de la question et à préciser le but que je poursuis, et qui est l'établissement d'une théorie rationnelle de la propagation des faisceaux lumineux d'intensité variable, tout au moins dans les cas les plus importants [1]. »

---

[1] M. Cornu met aussi en cause deux Notes que j'ai publiées il y a quelques mois sur la polarisation rotatoire; je conviendrai volontiers que ç'a été « un peu légèrement » quand M. Cornu aura rétabli la théorie des *trois systèmes de franges* de Fresnel. Je pense, d'ailleurs, avoir fait preuve de mon respect pour la mémoire de ce grand homme, en étudiant son œuvre avec toute l'attention qu'elle mérite.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur les spectrophotomètres.* Note de M. A. Crova, présentée par M. Berthelot.

« La comparaison de deux spectres, provenant de deux sources de lumière différentes, s'obtient facilement en couvrant la moitié de la fente d'un spectroscope photométrique par un petit prisme rectangle, dont l'arête coupe normalement la fente en deux parties égales; l'une de ses moitiés reçoit directement l'une des lumières, et l'autre, par réflexion totale, l'autre lumière placée latéralement. Dans ce cas, la fente doit être horizontale, et; si le prisme est bien taillé et dépourvu d'aberration, on obtient à la fois l'image nette des raies spectrales et celle de l'arête du prisme, qui apparaît comme une ligne très fine, séparant l'un de l'autre les deux spectres à comparer.

» Dans le cas le plus général, le théorème de Sturm conduit à cette conclusion, que tous les rayons qui constituent un faisceau infiniment délié, réfracté ou réfléchi un certain nombre de fois par des surfaces planes, vont rencontrer deux droites infiniment petites contenues dans deux plans rectangulaires.

» En dehors du cas du minimum de déviation, un prisme simple donne donc toujours une aberration qui peut être représentée par celle d'une lentille cylindrique, convergente ou divergente selon les cas, dont l'axe est parallèle à l'arête réfringente; cette aberration peut être corrigée au moyen d'une lentille cylindrique, convenablement disposée. Une aberration du même genre affecte souvent les prismes à vision directe et ne permet d'obtenir des images nettes que dans deux directions parallèles ou perpendiculaires à l'arête réfringente, par des tirages différents de la lunette du spectroscope [1].

» J'ai constaté cette aberration en substituant à la fente un réticule formé de deux traits rectangulaires tracés sur une couche d'argent, substitué à la fente du spectroscope et éclairé par une lumière monochromatique. J'ai pu la corriger en intercalant entre le prisme dispersif et la lunette un système de deux lentilles cylindriques plan-concave et plan-convexe de même courbure : si les deux parties courbes sont au contact,

---

[1] Un prisme affecté d'une pareille aberration donnerait des images des protubérances solaires, nettes dans une seule direction; les mesures de leurs hauteurs pourraient donc être affectées d'une erreur, si l'aberration du prisme n'est pas convenablement corrigée.

le système constitue un milieu à faces parallèles; en les écartant convenablement, elles fonctionnent comme une lentille cylindrique dont la distance focale, variable à volonté, peut se calculer en fonction de la distance des deux lentilles.

» L'emploi des prismes à réflexion totale introduit, dans le rayon polarisé qu'ils réfléchissent, une différence de phase entre les deux composantes principales et donne, à l'émergence, un rayon polarisé elliptiquement. J'ai mesuré cette différence de phase dans les appareils dont je me sers; l'ellipticité qu'elle produit peut nuire à l'exactitude des mesures photométriques obtenues au moyen d'un nicol tournant. Cette polarisation elliptique par réflexion totale peut être complètement supprimée, en remplaçant le prisme simple par deux prismes à réflexion totale superposés au contact, dont les deux sections droites sont rectangulaires, ou par un seul prisme convenablement taillé, produisant l'effet des deux prismes dont je viens de parler.

» Avec cette disposition, on peut rendre la fente verticale, ce qui est plus commode; après les deux réflexions totales que subit la lumière dans ce prisme, le plan de polarisation a tourné de 90° et toute différence de phase entre les deux composantes principales a disparu; le rayon réfléchi conserve la polarisation rectiligne.

» Ces principes peuvent être utilisés dans la construction des spectrophotomètres et permettront, je l'espère, d'obtenir des mesures plus rigoureuses. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé pour faire reproduire la parole aux condensateurs électriques, et en particulier au condensateur chantant.* Note de M. A. **Dunand**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Pour faire chanter un condensateur, on fait communiquer ses armatures avec les extrémités de l'hélice secondaire d'une bobine d'induction, et l'on interpose dans l'hélice primaire une pile et un microphone analogue au transmetteur de Reiss. Ainsi disposé, l'appareil ne reproduit que les sons musicaux.

» Si l'on remplace le microphone à contacts intermittents par un microphone à charbons qui se touchent, on peut, si le microphone est très sensible, faire reproduire au condensateur le tic tac d'un réveil, la sonnerie d'une montre, mais sans aucune netteté; les vibrations déterminées par la parole se traduisent par une série de crépitements.

» J'ai eu l'idée d'interposer une pile dans l'hélice secondaire de la bobine, c'est-à-dire de faire communiquer une extrémité du fil induit avec l'un des pôles d'une pile, dont l'autre pôle communique avec une armature du condensateur, la seconde armature étant rattachée à l'autre extrémité du fil induit. Aussitôt le phénomène change : plus de crépitements; les sons articulés, la parole sont reproduits avec une parfaite netteté. Les feuilles d'étain du condensateur qui, sous l'influence seule des courants induits, ne fournissaient que des sons simples, traduisent avec fidélité les articulations les plus délicates, lorsqu'il y a déjà en elles condensation d'électricité.

» L'intensité du son varie beaucoup avec les éléments de l'expérience. Le condensateur qui m'a donné les meilleurs résultats a $0^m,06$ de côté; il renferme trente-six feuilles de papier d'étain.

» Je me suis servi de deux bobines, toutes deux à condensateur, l'une de $0^m,07$, l'autre de $0^m,12$. Avec la première, qui est excellente pour faire chanter le condensateur, je ne puis mettre que 1 élément Leclanché dans le circuit inducteur, pour que les sons soient purs; avec la seconde, j'en puis employer deux, trois et plus, et les sons sont plus intenses.

» Quant à la pile auxiliaire, dont la présence produit les sons articulés, elle peut n'avoir que 2 ou 3 éléments; mais alors le son est faible. En augmentant le nombre des éléments, on augmente l'intensité des sons, mais non pas proportionnellement. Avec 10 éléments Leclanché, la bobine de $0^m,12$ et 2 éléments Leclanché dans l'hélice primaire, la voix est aussi forte, au moins, qu'avec un bon téléphone. J'ai employé 15 éléments Bunsen, et l'intensité était grandement accrue; je pouvais entendre distinctement la parole en éloignant le condensateur à $0^m,1$ de mon oreille.

» J'ai augmenté encore l'intensité des sons, en intercalant dans l'hélice primaire 3 ou 4 éléments au bichromate de potasse; mais dans ce cas les charbons du microphone s'échauffent assez promptement et la voix s'affaiblit.

» Il y a du reste une relation à trouver entre le nombre des éléments des deux piles. Je n'ai pas pu encore répéter assez mes expériences pour la déterminer.

» Le courant de la pile auxiliaire ne traverse pas le condensateur, car une boussole galvanométrique placée entre elle et la bobine ne fournit aucune déviation. J'ai interposé, entre le condensateur et la bobine, des résistances assez considérables, sans que les sons aient été sensiblement affaiblis.

» En résumé, grâce à la disposition que je viens de décrire, le condensateur chantant et tous les condensateurs électriques peuvent reproduire la parole, avec une intensité suffisante et une netteté parfaite.

» Je ne doute pas que, avec un microphone capable de supporter des courants plus intenses, on ne puisse faire parler le condensateur aussi fort qu'il chante, et je ne désespère pas d'arriver à ce résultat. »

M. **Th. du Moncel**, à propos de cette Communication, fait remarquer qu'il a lui-même fait l'expérience indiquée par M. Dunand et qu'il a constaté, en effet, une reproduction claire et intelligible de la parole avec un petit condensateur de $0^m,06$ sur $0^m,065$ de dimensions, et sous la seule influence de 3 éléments Leclanché interposés dans le circuit secondaire de la bobine d'induction, près le condensateur, et de 3 éléments de même nature dans le circuit primaire complété par un microphone commun. Il aurait poussé plus loin l'expérience s'il eût eu à sa disposition un plus grand nombre d'éléments; mais, n'en ayant que 6 pour le moment, il a dû borner là ses expériences, qui l'ont convaincu de la parfaite exactitude de ce qu'avait annoncé M. Dunand.

M. Th. du Moncel fait remarquer que le fait seul de faire reproduire les sons articulés par un condensateur chantant est très curieux, au point de vue scientifique, et montre que les idées qu'il avait présentées à l'Académie sur l'origine des sons dans le téléphone se trouvent de plus en plus confirmées.

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeur de l'iode.* Note de MM. **J.-M. Crafts** et **F. Meier**, présentée par M. Friedel.

« La découverte de la densité anomale de la vapeur d'iode est un des résultats les plus remarquables du brillant travail de M. Victor Meyer. Il admettait entre 1027° et 1567° une densité constante et réduite aux deux tiers de la valeur normale. Peu de temps après la publication de M. Meyer, nous avons trouvé que la densité est régulièrement décroissante entre 650° et 1350°. M. Meyer a convenu depuis que les chiffres de ses températures étaient trop élevés; il a adopté un procédé de mesure de la température, proposé par l'un de nous, et à une très haute température, dont il n'indique pas la mesure : il admet une densité de vapeur qui approche de la moitié de la valeur normale. Il abandonne la limite $\frac{2}{3}$ sans adopter celle de $\frac{1}{2}$, qui nous paraissait indiquée par nos expériences et par l'hypothèse

probable d'une dissociation d'une molécule I^2 en deux atomes $I + I$.

» Il subsiste toujours une différence considérable entre nos chiffres, surtout vers la température de 1050° : M. Meyer trouve à ce point une densité de 5,83, et nous de 7,1, et il paraît attacher encore de l'importance à la coïncidence de son chiffre avec les deux tiers de la densité normale.

» Dernièrement M. Troost a trouvé à 1250° la densité 5,7, qui est très rapprochée de celle admise par M. Victor Meyer et par nous. A la suite de cette Communication, M. Meyer conclut que la méthode de M. Dumas et la sienne doivent donner des résultats identiques, et il retire les hypothèses qu'il avait proposées pour expliquer la possibilité d'une divergence.

» En même temps que lui, nous avons suggéré qu'une plus petite tension, due au mélange d'air avec les vapeurs, pourrait amener une densité plus faible dans un corps capable de dissociation, et par conséquent des résultats différents avec les deux méthodes; cette opinion était fondée sur des expériences, et, loin de la retirer, nous pensons qu'elle offre une des données les plus utiles pour décider la question de la constitution des vapeurs de l'iode.

» Des expériences subséquentes de M. Troost établissent nettement la variation de la densité à 448°, quand on diminue la tension ; mais elles ne nous paraissent pas propres à établir l'opinion défavorable à une dissociation, qui est avancée par leur auteur.

» C'est cette question de la variation de la densité de vapeur de l'iode avec la tension et avec la température que nous avons étudiée par plusieurs méthodes [1], et le Tableau ci-contre donne, sous la forme de plusieurs courbes, quelques-unes de nos déterminations.

» L'ensemble de nos résultats nous conduit aux conclusions suivantes.

» On remarque que, à une basse température, les courbes se réunissent en une ligne droite parallèle à l'axe des abscisses et correspondant avec la densité normale; à 355°, par exemple, nous avons observé que les va-

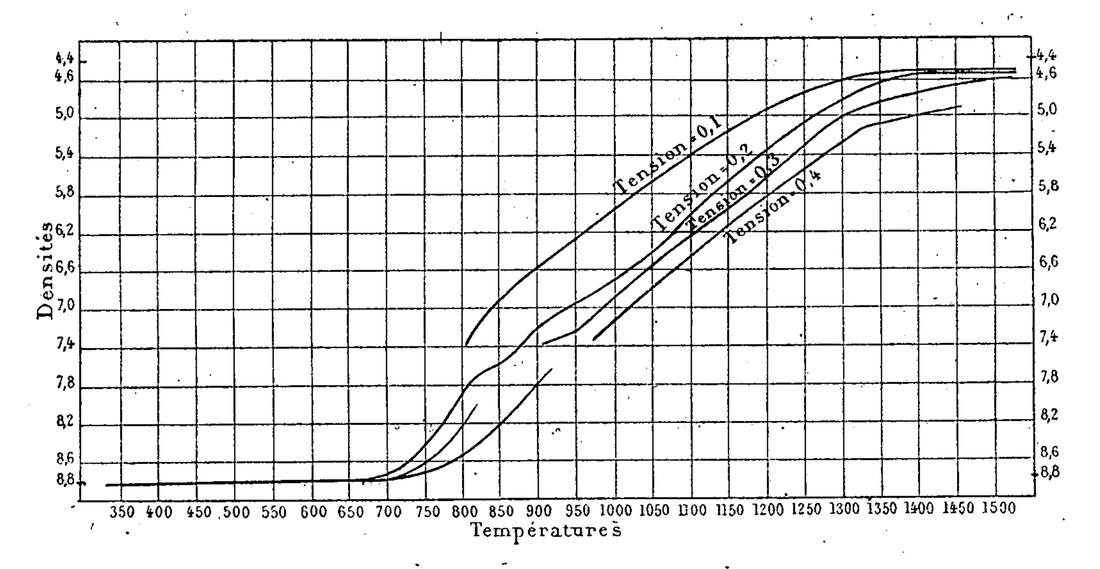
---

[1] Il est entendu que la densité de la vapeur est comparée avec celle de l'air à la même température et à la même pression. Quelques observations ont été faites à la température de 355° par la méthode employée par M. Troost; d'autres, sous des pressions variées entre $0^{atm},1$ et $2^{atm},5$, ont été faites avec une modification de l'appareil décrit par nous, avec planche, dans le *Bulletin de la Société chimique;* mais, dans le plus grand nombre des déterminations, on s'est contenté de faire varier la quantité de substance qui se volatilise dans l'air remplissant l'appareil, après avoir modifié la forme du vase en porcelaine. Nous nous sommes convaincus, par plus de quatre-vingts déterminations, que ces méthodes donnent des résultats comparables.

peurs de l'iode ont le même coefficient de dilatation que l'air et le même coefficient de compressibilité.

» La variation avec température montante de la densité (relative) s'accroît plus rapidement jusqu'au milieu de chaque courbe, pour diminuer ensuite et pour devenir nulle aux plus hautes températures; avec de faibles tensions, la densité de vapeur devient de nouveau constante entre 1400° et 1520°, et égale à la moitié de la densité normale.

» On voit les courbes correspondant aux densités les plus faibles s'écarter les premières de la ligne droite, pour redevenir les premières parallèles à l'axe des abscisses à de hautes températures. Le ramollissement de la porcelaine par la chaleur nous a empêchés de poursuivre jusqu'à la fin l'étude



de ce phénomène, dans le cas des tensions les plus fortes. Nous avons mis dans le Tableau seulement des séries qui nous paraissaient faites dans des conditions comparables, et nous préférons discuter, dans un Mémoire plus détaillé, d'autres expériences sur les plus faibles et les plus fortes tensions; mais nous pouvons dire que chaque observation se range approximativement à la place prévue sur le Tableau, et que nous avons pu vérifier l'exactitude d'une série de déterminations présentées à l'Académie dans une Communication précédente.

» Quant aux conclusions théoriques, tous les faits sont d'accord avec l'hypothèse déjà avancée, que l'iode peut exister à de basses températures à l'état moléculaire I^2 et aux plus hautes à l'état atomique I, et que les variations de la densité avec la température et la pression correspondent

avec une dissociation qui progresse suivant des lois souvent observées entre ces deux termes. Quand il s'agit de la dissociation d'une molécule en atomes homogènes, on ne peut pas employer les méthodes de démonstration qui ont servi à M. Sainte-Claire Deville dans son travail classique, et il faut admettre que les preuves absolues font défaut; mais on ne peut pas méconnaître que tous les phénomènes se passent comme on les observerait s'il y avait une dissociation, et cette hypothèse nous paraît offrir la seule explication du fait curieux, que les deux limites correspondent avec deux proportions chimiques simples et bien définies I^2 et I.

» L'effet d'une diminution de tension pour faciliter une dissociation est connu, et l'on peut citer, à cet égard, les travaux de M. Friedel, sur la combinaison de l'acide chlorhydrique avec l'oxyde de méthyle, et de M. Lemoine sur l'acide iodhydrique.

» M. Salet a observé que la couleur des vapeurs de l'iode devient beaucoup moins foncée à de hautes températures ([1]), et nous espérons que notre travail pourra fournir une base numérique aux spéculations sur la décomposition des éléments qu'on a fondées sur des observations spectroscopiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation directe des composés chlorés et bromés de la série méthylique, et particulièrement du chloroforme et du bromoforme.* Note de M. **Alb. Damoiseau**, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note antérieure, j'ai décrit une méthode qui permet de réaliser la substitution du chlore et du brome dans les composés hydrocarbonés, en combinant l'action d'une température élevée et la propriété condensante de certains corps poreux. Je viens exposer les résultats que m'a fournis l'application de cette méthode à la préparation des dérivés chlorés et bromés de la série méthylique.

» Si l'on prend pour point de départ le chlorure de méthyle, on réussit aisément à produire les composés $C^2H^2Cl^2$, C^2HCl^3 et C^2Cl^4 au moyen de la disposition suivante.

» Un courant régulier de chlore, fourni par un appareil continu, vient se mélanger en proportions convenables au chlorure de méthyle, pour traverser ensuite un long tube contenant du charbon animal et chauffé entre 250° et 350°. A l'extrémité du tube on peut constater que dès le com-

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIV, p. 674; 1880.

mencement la substitution s'opère avec une régularité parfaite; le chlore disparaît absolument. Il suffit de refroidir les gaz, après avoir absorbé l'acide chlorhydrique par un lavage à l'eau, pour recueillir un produit dont la composition répond sensiblement au mélange de chlore et de chlorure de méthyle employé. On peut ainsi, par exemple, préparer rapidement plusieurs centaines de grammes de chloroforme.

» La réactiou s'effectue avec une telle netteté, que la possibilité de produire économiquement le chloroforme par cette méthode ne me paraît pas douteuse; il suffirait pour cela que l'industrie pût livrer à un prix convenable du chlorure de méthyle suffisamment pur.

» La réaction du brome sur le bromure de méthyle s'opère tout aussi aisément, et l'on produit à volonté, en variant seulement la proportion du brome, les composés $C^2H^2Br^2$, C^2HBr^3, C^2Br^4.

» Mes observations montrent qu'on peut également obtenir les dérivés par substitution d'un assez grand nombre de composés stables à la température indiquée. Toutefois, cette condition de température se trouve notablement modifiée par les circonstances de l'opération, et notamment par la présence du noir animal. Ainsi l'acide acétique décomposable, seulement vers le rouge sombre dans les conditions ordinaires, donne, quand on le traite par le chlore ou le brome et le noir animal à 300°, non pas des acides acétiques chlorés, mais des produits de destruction de l'acide acétique et les dérivés substitués de ces derniers.

» Si, par exemple, on opère avec un mélange contenant 2^{at}, 4^{at}, 6^{at} de brome pour 1^{mol} d'acide acétique, dès 300° les gaz qui sortent du tube sont sensiblement décolorés; mais, après avoir absorbé l'acide bromhydrique, on constate la présence d'une quantité considérable d'acide carbonique. Les produits condensables sont presque entièrement constitués par des dérivés bromés du formène.

» Avec le chlore et l'acide acétique on obtient en peu de temps des quantités relativement considérables de chloroforme. Avec le brome, l'opération est plus facile encore à régler et constitue le mode opératoire le plus avantageux pour l'obtention du bromoforme. Je donnerai sur ce point quelques indications.

» Un mélange formé de 1 partie d'acide acétique cristallisable et de 8 parties de brome pénètre goutte à goutte dans un tube à charbon chauffé entre 280° et 300°. Les produits de la réaction, refroidis, tombent dans un flacon vide disposé à cet effet; l'acide bromhydrique est absorbé dans un flacon laveur à eau. Une petite quantité de brome est entraînée

par l'acide carbonique. Dans ces conditions j'ai pu recueillir en quelques heures plus de 500^{gr} d'un produit dont les quatre cinquièmes passaient entre 147° et 155°. Le bromoforme bout à 152° ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les fonctions du muscle petit oblique de l'œil, chez l'homme.* Note de M. **Fano**, présentée par M. H. Bouley.

« Il existe une grande divergence d'opinion entre les anatomo-physiologistes, relativement au sens dans lequel la pupille se porte sous l'influence de la contraction du muscle petit oblique. Toutes les assertions reposent sur des vues théoriques, ou sur des expériences cadavériques.

» Sur le vivant, il y a deux manières de s'assurer du mode d'action exercé par un muscle en état de contraction : 1° le soumettre à l'électrisation ; 2° observer l'effet produit par la contraction *spontanée* et *volontaire* du muscle. Ces expériences ne peuvent donner aucun résultat pour le muscle petit oblique, parce que ce muscle a des connexions de voisinage trop rapproché avec d'autres muscles de l'œil, et que la volonté est impuissante pour le faire se contracter seul, dans les circonstances ordinaires.

» C'est à la Physiologie pathologique qu'il faut s'adresser pour résoudre la question. S'il était possible de rencontrer un sujet atteint de paralysie de tous les muscles de l'œil, à l'exception des deux muscles obliques, il y aurait lieu de rechercher quels sont, en l'absence des mouvements de l'œil exécutés par les muscles droits, ceux de ces mouvements qui persistent encore. Alors il ne serait pas difficile de faire la part d'action du muscle grand oblique et du muscle petit oblique. Ces cas sont rares, parce que le muscle petit oblique est animé par la même paire nerveuse que les muscles droits supérieur, inférieur et interne. Il faut un concours particulier de circonstances, pour que le muscle petit oblique conserve sa contractilité alors que les trois muscles droits sont paralysés. Il se peut néanmoins qu'une lésion cérébrale réalise ces conditions si rares, en même temps que le muscle abducteur est paralysé aussi. Alors l'innervation ne se transmet plus qu'aux deux muscles obliques de l'œil.

» Tel était précisément l'état des choses chez un enfant de douze ans que j'ai observé récemment :

» A la suite de convulsions développées à l'âge de cinq mois, les yeux et les paupières

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie organique de l'École de Pharmacie.

étaient presque complètement privés de mouvements. L'exercice de la vision était difficile, en raison du faible écartement des paupières, s'opposant à ce que les globes fussent assez découverts. Les paupières supérieures ne s'écartaient de l'inférieure qu'à la faveur de la contraction du muscle frontal. Avec les plus grands efforts, l'enfant n'arrivait à obtenir qu'un écartement de $0^m,005$. Il était forcé, pour lire, de rejeter la tête fortement en arrière. Après l'excision d'un lambeau quadrilatère de la peau de la paupière supérieure, de $0^m,01$ de hauteur et de $0^m,02$ de longueur, et une cicatrisation rapide des plaies, réunies par première intention, l'écartement des paupières supérieures et inférieures pendant la contraction du frontal arrivait à $0^m,007$, ce qui eut pour résultat d'améliorer notablement la vision.

» L'étude attentive et répétée des mouvements des yeux chez l'enfant nous a permis de constater les faits suivants.

» Lorsqu'on commande à l'enfant de regarder, soit en *haut*, soit en *bas*, soit en *dedans*, soit en *dehors*, *la cornée n'exécute aucun des mouvements en ces divers sens*. On aperçoit seulement un *léger mouvement de rotation sur l'axe antéro-postérieur*, lequel mouvement est plus facile à étudier quand on engage l'enfant à regarder en dedans. Pendant que le petit patient fait un effort pour obéir à l'ordre qu'on lui donne, on voit que l'œil exécute un mouvement de rotation sur l'axe antéro-postérieur. En prenant le diamètre vertical de la cornée pour ligne de repère, on voit que l'extrémité inférieure de ce diamètre se porte en dedans, pendant que l'extrémité supérieure se porte en dehors. En considérant une des veinules de la conjonctive scléroticale pendant que l'œil exécute le mouvement que nous venons d'indiquer, on voit manifestement cette veinule se rapprocher du bord libre de la paupière inférieure. Si l'on engage l'enfant à continuer l'effort pour porter l'œil en dedans, on constate que la cornée se porte alors *directement un peu en dedans*, l'œil ne tournant plus sur l'axe antéro-postérieur, mais sur son axe vertical.

» Lorsque l'effort fait par l'enfant cesse, la cornée reprend sa place, en exécutant un mouvement de rotation en sens inverse de celui qui a été décrit précédemment.

» Il résulte des données précédentes que le muscle petit oblique exerce sur l'œil deux sortes de mouvements :

» 1° *Il fait exécuter d'abord au globe un mouvement de rotation sur l'axe antéro-postérieur, mouvement qui porte l'extrémité supérieure du diamètre vertical de la cornée de haut en bas et de dedans en dehors.* Ce mouvement résulte de ce que, par le fait seul de sa contraction, l'insertion tendineuse ou mobile se rapproche de l'insertion fixe ou orbitaire du muscle.

» 2° *Après ce premier mouvement, le muscle petit oblique en produit un autre : il porte la pupille en dedans.* Ce second effet s'explique : le mouvement de rotation imprimé à l'œil par le muscle petit oblique, au début de la contraction de ce dernier, est limité par le muscle grand oblique, qui est l'antagoniste du petit oblique. Si la contraction du muscle petit oblique se continue, ce muscle agit directement, par ses fibres musculaires (qui tendent à se redresser, comme cela arrive pour tous les muscles curvilignes),

sur la partie inféro-externe du globe, qu'elles entourent d'une sorte de sangle, et qui est portée alors en avant et en dedans. Par suite, la pupille se porte en *dedans*.

» 3° Le résultat des deux actions précédentes est de porter la pupille en *dedans* et de la faire tourner autour de son *axe antéro-postérieur*, sans la porter, dans sa totalité, ni en *haut* ni en *bas*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Faits pour servir à l'étude de la formation des brouillards.* Note de M. CH. ANDRÉ.

« A la fin d'une Communication faite à la Société météorologique de France ([1]), M. Mascart appelle l'attention des météorologistes sur les variations locales de la pression atmosphérique, au moment des changements d'état de l'eau atmosphérique, et en particulier au moment de la condensation des brouillards. L'observation suivante, faite par M. Marchand à notre station du mont Verdun, est intéressante à cet égard.

» Pendant la journée du 8 novembre dernier, la pression atmosphérique était haute au Verdun, la température, au contraire, voisine de 0°, et le vent y soufflait avec une faible vitesse moyenne; un brouillard intense couvrait le massif du Verdun, se dissipant par intervalles pour reparaître bientôt après, mais souvent accompagné d'averses assez fortes, ainsi que le montre le Tableau suivant :

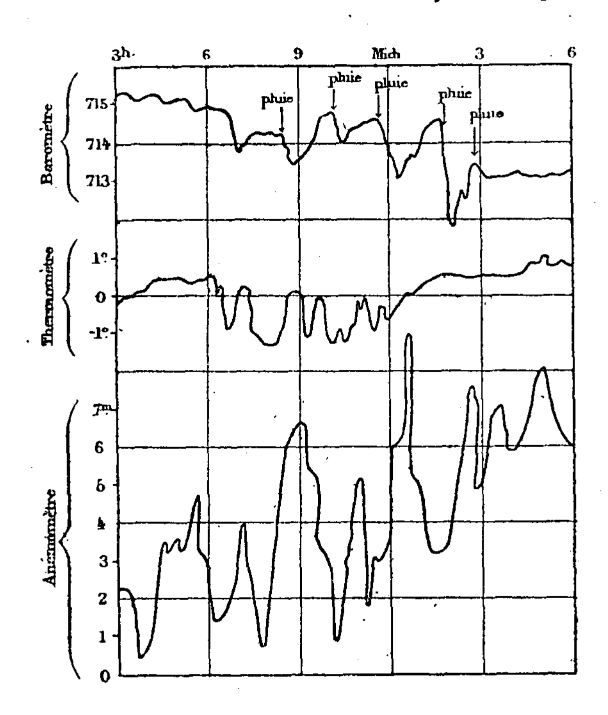
8h matin	Brouillard intense qui se dissipe bientôt.
8.30m »	Pluie à peu de distance du Verdun (mont Cindre), pluie légère sur le Verdun (0mm, 1).
9.30 »	Brouillard sur le Verdun.
10.10 »	Le brouillard disparaît; averse (1mm, 0).
10.30 »	Le brouillard réapparaît; faible de 10h 50m à 11h 15m.
11.15 » à 11h 50m.	Averse (0mm, 7).
1.10 soir...........	Brouillard.
1.50 »	Pluie; le brouillard disparaît (0mm, 8).
2. 5 »	La pluie continuant, le brouillard réapparaît.
2.15 »	Dernières gouttes de pluie, brouillard.
2.55 »	La pluie recommence et continue jusqu'à 7h du soir.

» D'un autre côté, la figure ci-contre résume l'ensemble des courbes don-

([1]) *Sur l'inscription des phénomènes météorologiques et en particulier de l'électricité et de la pression* (*Annuaire de la Société météorologique de France*, 28e année, 1880, 1er trimestre).

nées, pendant ce temps, par quelques-uns des enregistreurs de la station. L'examen de cette figure met en évidence ce fait, que *le baromètre baisse dès que la pluie commence;* mais la baisse est toujours brusque, presque toujours accompagnée de la disparition du brouillard, et atteint parfois (comme à $2^h\,3^m$) 2^{mm} de mercure, tandis que la hausse est plus lente, se fait généralement à diverses reprises, et est accompagnée par la formation d'un brouillard d'intensité variable.

» Au point de vue des variations barométriques, le phénomène est tout à fait inverse de celui que l'on observe lors des pluies d'orage; mais son explication est facile : la baisse est due au vide produit par la condensation



brusque de la vapeur d'eau, et les hausses successives à l'arrivée successive de nouvelles masses d'air saturé.

» On en a des preuves multiples, dans l'allure des autres éléments météorologiques. En effet, comme conséquence de ce vide, il doit se produire une augmentation dans la vitesse du vent, due à l'arrivée des masses d'air froid qui viennent le combler, ainsi que des variations brusques et fréquentes de la température, s'élevant ou s'abaissant alternativement suivant celles de ces masses d'air; c'est ce que montrent nettement les courbes thermométrique et anémométrique. Chaque pluie est accompagnée d'un

petit coup de vent; les maxima de la vitesse du vent coïncident sensiblement avec les minima de pression. En effet, ces ruptures d'équilibre dans la portion considérée de l'atmosphère sont parfois mises en évidence par la girouette. Ainsi, à $9^h 30^m$, au moment où le brouillard reparaît et en même temps que le thermomètre s'élève, le vent saute brusquement du nord-ouest au sud, pour retourner brusquement au nord-nord-est au début de la pluie ($10^h 15^m$); de même, à $1^h 20^m$ du soir, peu après la réapparition du brouillard, le vent saute brusquement du nord-est au sud, pour revenir brusquement au nord-nord-ouest ($1^h 50^m$) lorsque la pluie recommence.

» Nous avons d'ailleurs observé souvent, soit au parc, soit au Verdun, des faits analogues lors des brouillards; l'observation qui précède est la plus caractéristique. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelle éruption du Mauna-Loa (îles Hawaï).* Note de M. W.-L. **Green**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Daubrée.)

« Le grand volcan des îles Hawaï, le Mauna-Loa, est entré en éruption le 9 novembre dernier, avec une violence dont on a eu rarement des exemples. Un double courant de lave, de 60^{km} à 80^{km} de longueur, est sorti en un point qu'on précisera mieux lorsque l'accès en sera permis, et qui paraît situé entre les cratères de 1855 et de 1860.

» Un témoin oculaire décrit le spectacle imposant de l'immense masse, se mouvant lentement avec une force irrésistible et charriant à sa surface de volumineux quartiers de roches, aussi facilement que l'eau transporte de frêles embarcations. Le front de ce fleuve de pierres incandescentes s'élevait comme une muraille de 4^m à 10^m de hauteur, cédant sans cesse sous la pression qu'il subissait et se déchirant en débris aussitôt recouverts par la masse fluide. Les scories recouvraient complètement la lave, qui n'a été directement visible nulle part. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la formation d'une couche mince de glace à la surface de la mer, observée à Smyrne pendant l'hiver de* 1879. Note de M. **Carpentin**.

« Je signale à l'Académie un phénomène météorologique qui s'est produit à Smyrne le 25 janvier 1879.

» Ce jour-là, et jusqu'à 9^h du matin, une couche de glace de $0^m,002$

d'épaisseur environ recouvrait toute la surface de la mer, le long des quais, sur une étendue de 2^{km} en longueur et de 500^{m} en largeur. Dans le port marchand, qui est presque fermé, la surface de l'eau était également congelée.

» Ce phénomène remarquable trouve sans doute son explication dans l'action réfrigérante exercée sur la mer, pendant la nuit du 24 au 25 janvier, par la coïncidence des circonstances suivantes :

» 1° Température centigrade de 1°,5 au-dessous de 0°, le 25, à 6^{h} du matin;

» 2° Calme complet, le 25 au matin;

» 3° Légère brise d'ouest-nord-ouest, n'ayant qu'une vitesse de 50 milles anglais par vingt-quatre heures (du 24 au 25 midi); vent léger, qui poussait directement vers les quais de Smyrne les eaux du Guédyze (ancien Hermus) refroidies par la fonte des neiges; ces eaux devaient, en vertu de leur faible densité, former une couche mince à la surface de l'eau de la mer;

» 4° Rayonnement intense, dû à un ciel d'une sérénité exceptionnelle. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouvel emploi de l'électricité;* par M. **O.-F. Grandt.**

« L'auteur annonce à l'Académie qu'il a construit un appareil pour mettre en mouvement les navires.

» La machine à vapeur ordinaire actionne un ou plusieurs appareils électrodynamiques d'induction. Le courant électrique est transmis à un voltamètre contenant de l'eau acidulée, qui se décompose en oxygène et hydrogène. Ces gaz sont conduits dans un tube, à l'arrière ou à l'avant de la coque, selon que l'on veut marcher en avant ou en arrière; ils s'échappent par une ouverture pratiquée près de la quille du navire.

» Un peu au-dessus de cette ouverture, se trouvent deux pointes de platine, isolées l'une de l'autre, et en communication avec un appareil d'induction de Ruhmkorff. Lorsque le gaz s'échappe par l'ouverture, près de la quille, une étincelle part et allume le gaz, qui fait explosion, et cette explosion fait avancer ou reculer le navire. »

M. Larrey présente, dans les termes suivants, de la part de M. le général *Barnes*, le premier Volume, en anglais, de l'« Index-Catalogue de la bibliothèque de l'Office du chirurgien général de l'armée des États-Unis d'Amérique, à Washington » :

« Ce Volume in-4°, de près de 900 pages à deux colonnes, contenant les noms d'auteurs et les sujets, offre un plan analytique tellement vaste, qu'il s'arrête à la première partie de la lettre B, au nom de *Berlinski*, indiqué sur le titre.

» C'est le spécimen le plus complet et le plus méthodique d'une Table de toutes les matières afférentes aux sciences naturelles et aux sciences médicales, dans leur ensemble, ainsi que dans leurs applications à l'Hygiène, à la Médecine et à la Chirurgie des armées. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 janvier 1881.

Commission chargée de l'étude des moyens propres à prévenir les explosions du grisou dans les houillères (loi du 26 mars 1877). Rapport de M. Haton de la Goupillière. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Découverte d'un squelette entier de Rytiodus dans le falun aquitanien; par M. E. Delfortrie. Bordeaux, impr. J. Durand, 1880; in-4°. (Extrait des *Actes de la Société linnéenne*).

Les dunes littorales du golfe de Gascogne, etc.; par M. E. Delfortrie. Bordeaux, impr. J. Durand. (Extrait des *Actes de la Société linnéenne*.)

Observaciones meteorologicas efectuadas en el observatorio de Madrid durante el año 1876-1877-1878. Madrid, impr. M. Ginesta, 1878-1879; 3 vol. in-8° cart.

Die Meteorite (Chondrite und ihre Organismen), dargestellt und beschrieben von Dr Otto Hahn. Tübingen, Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung, 1880; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annali dell' Uffizio centrale di Meteorologia italiana; serie II, vol. I, 1879. Roma, tipogr. Cenniniana, 1880; in-4°.

Proceedings of the philosophical Society of Glascow; 1879-80, vol. XII, n° 1. Glascow, John Smith, 1880; in-8°.

The american Ephemeris and nautical Almanac for the year 1883. Washington, Bureau of Navigation, 1880; in-8°.

Index Catalogue of the library of the surgeon general's Office, United States army: authors and subjects. Vol. I: A-BERLINSKI. Washington, Government printing Office, 1880; grand in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les conditions relatives à l'expression théorique de la vitesse de la lumière;* par M. A. CORNU.

« Les objections que j'ai faites récemment (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 1019) aux conclusions d'une Note de M. Gouy, relative à l'expression de la vitesse de la lumière dans les milieux dispersifs (*loc. cit.*, p. 877) ne paraissent pas à l'auteur « s'appliquer aux idées énoncées dans cette Note ». Tel est le résumé de la réponse qu'a bien voulu m'adresser l'auteur, à la dernière séance de l'Académie (t. XCII, p. 34).

» Je m'étais en effet borné, en raison de la brièveté de cette Note, à une critique en quelque sorte générale de la marche suivie par l'auteur pour l'obtention d'une valeur erronée (t. XCI, p. 879) de la vitesse de la lumière; je m'étais surtout attaché à montrer qu'elle ne concorde pas et qu'elle ne peut pas concorder avec la définition connue des ondes persistantes, et, comme le résultat obtenu pour cette vitesse provenait de la discussion de la transmission d'un mouvement vibratoire très particulier,

$$u = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T'} - \frac{x}{\lambda'}\right),$$

susceptible lui-même de fournir la valeur bien connue de la vitesse de propagation $a = \frac{\lambda}{T}$ lorsqu'on l'interprète correctement, j'avais pensé que la mise en évidence de cette contradiction suffirait à bien établir tout à la fois l'inexactitude des raisonnements de l'auteur et le choix défectueux de l'exemple adopté.

» L'auteur nous répond que cet exemple, dont il n'avait pas d'ailleurs indiqué l'origine, a été, au contraire, « choisi pour montrer un cas où cette » vitesse $\left[a = \frac{\lambda}{T}\right]$ n'existe pas », que cette fonction est l'intégrale déduite d'équations différentielles convenables par les procédés réguliers de l'Analyse, et qu'elle est la solution du problème de la transmission de la lumière appliqué au phénomène même que les physiciens ont employé pour déterminer la vitesse de la lumière. L'auteur, sans s'inquiéter de la définition des ondes persistantes, a cherché à résoudre directement le problème suivant :

« (Page 34) *Étant donnée une source de lumière homogène dont on fait varier l'intensité d'une manière quelconque, il faut déterminer comment s'effectue la propagation du mouvement lumineux dans le milieu considéré,*

» Pour résoudre un pareil problème, je ne connais qu'une méthode, qui consiste à former les équations différentielles du mouvement vibratoire, à les intégrer, en tenant compte des conditions initiales et à réduire cette intégrale, si c'est possible, à une forme qui mette en évidence la loi du mouvement. Si l'on connaît d'avance, comme c'est le cas, des intégrales simples telles que leur somme puisse satisfaire aux conditions initiales, la question se réduit à un problème d'Analyse,... »

» L'exemple choisi est donc la somme de deux intégrales simples des équations différentielles adoptées par l'auteur, et cette sommer emplit, suivant lui, les conditions initiales du phénomène physique à discuter. Comme l'auteur a en vue, il le dit expressément (t. XCI, p. 877), la méthode de M. Fizeau, l'intégrale qu'il obtient ainsi lui paraît donc représenter les émissions et interruptions lumineuses produites par la succession alternative des pleins et des vides de la roue dentée, et par conséquent l'état vibratoire du milieu éthéré entre les deux stations. De là l'assurance avec laquelle il affirme avoir traité correctement la question et obtenu l'expression exacte de la vitesse de la lumière.

» Malheureusement cette intégrale ne remplit presque aucune des conditions initiales, je ne dirai pas seulement du problème expérimental, mais même des conditions essentielles à la nature de la lumière. Comme il s'agit d'une question d'Analyse, traitée rigoureusement, sans aucune considéra-

tion *a priori*, le dénombrement des conditions initiales doit être très sévère, sinon l'on risque, par l'omission d'une condition caractéristique, de traiter un autre problème que celui qu'on a en vue.

» C'est précisément le cas actuel : la solution proposée représente l'interférence théorique de deux ondes, et non pas le phénomène produit dans l'expérience de la roue dentée, qui est infiniment plus complexe. C'est ce qui ressortira de l'énoncé succinct des principaux caractères des *vibrations lumineuses*.

» 1° *Durée de la permanence des ondes lumineuses.* — Par une expérience bien connue sur les anneaux colorés à grande différence de marche, M. Fizeau a montré qu'un faisceau de lumière provenant des sources dont nous disposons peut être considéré comme formé d'ondes régulières, persistant pendant un très grand nombre d'ondulations, une centaine de mille environ ; mais, comme les longueurs d'onde sont extrêmement petites, l'espace occupé par l'onde dans l'étendue où sa structure est régulière n'est que de quelques millimètres.

» L'intégrale proposée par M. Gouy ne peut donc représenter rigoureusement un mouvement lumineux réel que sur une étendue de même ordre, c'est-à-dire d'environ $0^{m},01$; au delà, les conditions initiales de la source s'altérant profondément, les paramètres arbitraires de la formule doivent être modifiés. L'auteur, en utilisant les propriétés de cette intégrale de $x = 0$ à $x = \infty$ pour arriver à la limite V, étend donc à une distance infinie (ou tout au moins à la distance de plusieurs kilomètres comme l'exige l'application à la méthode de la roue dentée) une expression qui n'est valable que sur l'étendue de $0^{m},01$.

» La formule, légèrement modifiée, représenterait, au contraire, très bien dans ce petit intervalle le phénomène des interférences à grande différence de marche.

» 2° *Complexité d'un faisceau de lumière.* — S'il est permis, dans certains raisonnements, de réduire l'étude d'un faisceau de lumière à la considération d'un mouvement vibratoire unique ou d'un nombre limité de ces mouvements, dans les questions théoriques où les propriétés fondamentales de la lumière sont mises en question, comme dans celle de la vitesse de propagation, il y a lieu de rétablir autant que possible la réalité des choses ou au moins d'examiner s'il est permis de négliger la coexistence de tous les autres mouvements vibratoires indépendants qui émanent des sources lumineuses employées : cette discussion est surtout nécessaire pour l'établissement des conditions initiales auxquelles doit satisfaire l'inté-

grale cherchée. Or, lorsqu'on analyse le phénomène produit par la roue dentée, on reconnaît immédiatement que le diamètre de la source ne peut être négligé [1] sans qu'on arrive à l'hypothèse absurde de points lumineux ayant un éclat infini. On est donc forcé de considérer un faisceau complexe composé de mouvements vibratoires indépendants dont on observe l'intensité moyenne : les variations d'intensité produites par le déplacement des dents sont donc dues essentiellement à la *variation de l'étendue de la source lumineuse*, et non pas à la variation de l'amplitude du mouvement vibratoire émané d'un point unique.

» L'intégrale adoptée par M. Gouy, exprimant qu'à l'origine $x = 0$ l'amplitude vibratoire unique varie périodiquement, exprime donc une autre condition que la condition réelle; au premier abord, les deux conditions paraissent équivalentes, mais c'est à la faveur d'une confusion grave, qui consiste à substituer à l'*intensité moyenne* d'une infinité de mouvements vibratoires *indépendants* le carré de l'amplitude d'une vibration unique.

» L'insuffisance de l'intégrale est donc démontrée; on peut aller plus loin et prouver qu'elle est physiquement incompatible avec les conditions de l'expérience. En effet, elle est supposée, par son amplitude périodique, représenter les alternatives d'éclat et d'ombre produites par les dents de la roue. Cette périodicité, due exclusivement aux passages successifs des pleins et des vides, dépend uniquement du mouvement angulaire de la roue dentée, lequel est absolument indépendant des mouvements vibratoires de la source lumineuse. Il ne doit donc exister aucune relation déterminée entre la période Θ des émissions ou des extinctions du faisceau et les périodes T et T′ des vibrations lumineuses figurant dans l'intégrale proposée. Or cette intégrale, mise sous la forme déjà citée,

$$u = 2a \cos 2\pi \left[\frac{x}{2}\left(\frac{\lambda}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right) - \frac{t}{2}\left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T}\right)\right] \sin 2\pi \left[\frac{t}{2}\left(\frac{1}{T'} + \frac{1}{T}\right) - \frac{x}{2}\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)\right],$$

montre qu'en un point quelconque x l'amplitude (le premier facteur) devient nulle à des intervalles de temps Θ égaux, comme dans les battements acoustiques, à

$$\frac{1}{\Theta} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T'}.$$

La période Θ serait donc, au contraire, une fonction déterminée des pé-

---

(1) *Détermination de la vitesse de la lumière;* par M. A. Cornu (*Annales de l'Observatoire*, t. XIII, p. A.74).

riodes vibratoires de la lumière employée, ce qui est évidemment absurde.

» Il ne faut donc pas s'étonner si la discussion de cette intégrale conduit à une expression erronée de la vitesse de la lumière.

» En résumé, l'expression théorique de la vitesse de la lumière proposée par M. Gouy ne repose sur aucun fondement; la cause des erreurs qu'il a commises est au fond celle que j'ai indiquée dans ma première Note, à savoir le rejet de la considération des ondes persistantes et ensuite l'omission des caractères essentiels d'un faisceau de lumière. La transmission des ondes d'intensité variable que l'auteur leur substitue, et qu'il regarde comme le véritable phénomène utilisé dans les mesures, perd donc toute importance dans l'examen des cas expérimentaux auxquels il fait allusion, parce que, dans ces expériences, on modifie non pas l'amplitude vibratoire de la source, mais seulement le nombre de points lumineux indépendants qui la composent.

» Lorsqu'on poursuit cette analyse, on voit aisément qu'un faisceau lumineux d'intensité variable, quels que soient les procédés employés pour obtenir cette variation, étant en réalité formé par la succession rapide et par la superposition d'un nombre considérable de mouvements vibratoires indépendants d'intensité constante, se propage nécessairement, *en moyenne*, avec la vitesse des ondes persistantes. Voilà pourquoi les physiciens considèrent comme égale à $\frac{\lambda}{T}$ la vitesse de propagation de ce faisceau et pourquoi la distinction faite par l'auteur entre la transmission des faisceaux d'intensité constante et celle des faisceaux d'intensité variable ne correspond physiquement à aucune différence fondamentale. »

GÉOLOGIE. — *Substances cristallines produites aux dépens de médailles antiques, immergées dans les eaux thermales de Baracci, commune d'Olmeto (Corse)*; par M. DAUBRÉE.

« Des travaux de captage récemment exécutés en Corse, sur la source thermale de Baracci, commune d'Olmeto, aux bords du golfe de Propriano, et destinés à augmenter le volume de ces sources, qui a été porté à 10000^{lit} par minute, ont amené les trouvailles de plusieurs médailles antiques attaquées par les eaux. Le propriétaire de cette source, M. Galloni d'Istria, sénateur, a eu l'obligeance de me les communiquer.

» Certaines de ces médailles, comme une pièce d'Hadrien et une autre

de l'impératrice Etruscilla, étaient simplement recouvertes d'une patine noirâtre, résultant évidemment d'une sulfuration superficielle [1].

» Quelques autres, quoique très peu nombreuses, sont beaucoup plus altérées.

» Leur surface, où l'on ne voit plus de traces d'effigie, est recouverte d'une couche épaisse de cristaux enchevêtrés, d'une couleur noirâtre et d'un éclat métalloïde.

» Si l'on brise cette cristallisation, on voit qu'elle repose sur un enduit mince, également à éclat métalloïde, confusément cristallisé, à grain d'acier, donnant au chalumeau les réactions du soufre, du plomb et du cuivre.

» Au-dessous subsiste encore une rondelle mince de bronze, profondément corrodée, comme si elle avait séjourné dans un acide.

» La ressemblance générale de ces produits d'altération avec les échantillons recueillis antérieurement à Bourbonne [2], également dans les boues d'un bain antique, devait faire supposer que la couche superficielle était formée de cuivre sulfuré, ou chalkosine; mais l'examen cristallographique fait connaître que la forme de la substance n'est pas hexagonale. Elle n'appartient pas non plus au système régulier.

» Cette différence s'explique par les résultats de l'essai chimique, qui a indiqué la présence simultanée de l'étain et du cuivre dans la substance. En l'absence d'une analyse complète, que la faible quantité de substance n'a pas encore permis d'exécuter, on doit conclure des faits observés que la substance consiste en un sulfure double de cuivre et d'étain, dont l'analogue naturel le plus voisin paraît être la stannine.

» On se rappellera qu'à Bourbonne, au contraire, l'étain s'est isolé du cuivre auquel il est associé dans le bronze, et qu'il a donné lieu à un dépôt d'acide stannique, tandis que le cuivre se sulfurait.

» La composition de l'eau de Baracci montre qu'ici, comme à Plombières, à Bourbonne et ailleurs, la sulfuration métallique résulte d'une réduction opérée sur un sulfate alcalin.

» L'eau, qui ne renferme par litre que $0^{gr},3$ de matières minérales, est caractérisée par la prédominance du chlorure de sodium, du sulfate de

---

[1] Le revers de la médaille d'Hadrien représente la déesse *Salus* (Hygie) assise et offrant une libation à un serpent dressé sur un autel; c'était donc une médaille très propre à constituer un *ex-voto* médical. La médaille d'Etruscilla porte au revers une figure assise, qu'on a pu confondre avec la première, si l'on n'en a pas lu la légende.

[2] *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 461 et 604.

soude et de la silice. On remarquera que cette composition paraît analogue à celle des sources de Plombières.

» Quant au gisement, d'après un renseignement que m'a communiqué M. l'ingénieur des Mines Oppermann, les sources émergent à la limite du granite et d'une plaine tourbeuse. A 30^{km} à l'est se trouve, près de Sainte-Lucie-de-Tallane, le célèbre pointement de diorite orbiculaire. La masse granitique est traversée de nombreux filons de diorite à grains fins, dont l'un, distant seulement de quelques mètres de la source, paraît en rapport avec son jaillissement. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Sur les Étoiles de mer draguées dans les régions profondes du golfe du Mexique et de la mer des Antilles par le navire* The Blake, *de la marine des États-Unis.* Note de M. **Edm. Perrier.**

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard.)

« M. Alexandre Agassiz, naturaliste de l'expédition scientifique chargée par le Gouvernement des États-Unis d'étudier dans le golfe du Mexique et la mer des Antilles les conditions de formation du Gulf-Stream, a bien voulu me demander d'étudier et de décrire les Étoiles de mer recueillies durant ces opérations et dont tous les doubles doivent rester aux collections du Muséum.

» Je viens de terminer cette étude et je demande à l'Académie la permission de lui en faire connaître les principaux résultats.

» En 1878, on connaissait, dans la région explorée par M. Alexandre Agassiz, vingt-sept espèces d'Étoiles de mer; les collections que je viens d'étudier portent le nombre de ces espèces à soixante-dix, dont quarante-trois étaient inconnues et dont un assez grand nombre doivent constituer des types génériques nouveaux. La plupart des genres découverts par la grande expédition du *Challenger* se trouvent représentés dans les collections recueillies dans la mer des Antilles : tels sont les genres *Zoroaster*, *Korethraster*, ainsi que le curieux genre *Pedicellaster* de Sars; mais ces genres sont représentés par des formes spécifiques particulières : les *Zoroaster*, par deux espèces que j'ai précédemment décrites dans les *Comptes rendus*, les *Korethraster*, par une espèce que distingue la membrane qui unit ses piquants

dorsaux et qui indique un passage remarquable vers les *Pteraster;* les *Pedicellaster,* par une espèce que distingue la disposition de son squelette. J'appellerai ces espèces nouvelles *Korethraster palmatus* et *Pedicellaster Pourtalesi.*

» Parmi les genres nouveaux qui ont dû être créés, j'ai déjà décrit dans les *Comptes rendus* le curieux *Hymenodiscus,* Étoile de mer à corps membraneux, dont les caractères rappellent à la fois ceux des Ophiures, des Crinoïdes et des Astérides ; plusieurs des genres nouveaux que j'ai dû définir présentent ainsi des caractères intermédiaires. Par la structure de leur squelette, les *Goniopecten* semblent appartenir à la famille des *Goniasteridæ,* mais leurs tubes ambulacraires pointus et la forme de leurs dents reproduisent exactement ce que l'on voit chez les *Astropecten;* j'ai dû en distinguer quatre espèces. Les *Radiaster,* pêchés à 1800^{m} de profondeur, sont de grandes Astéries à cinq bras, qui ont des bouquets de piquants comme les *Solaster,* des plaques marginales comme les *Goniasteridæ* et des plaques ventrales disposées en séries comme certaines *Asterinidæ;* les *Ctenaster,* plus grands encore (ils ont près de $0^{m},3$ de diamètre) et provenant de 3500^{m} de profondeur, ont six bras, ressemblent à de gigantesques *Ctenodiscus* qui seraient dépourvus d'écailles ventrales, et se rapprocheraient ainsi des *Echinasteridæ;* les *Marginaster* sont, au contraire, de petites Astéries pentagonales, que l'on prendrait pour des *Asterina* si elles n'avaient des plaques marginales comme les Astéries de la famille bien différente des *Goniasteridæ.*

» Les *Archaster,* communs dans toutes les grandes profondeurs de l'Atlantique, se sont montrés particulièrement nombreux. On en compte sept espèces, dont une, l'*Archaster mirabilis,* très variable de forme, est représentée à elle seule par plusieurs centaines d'exemplaires. Les *Goniasteridæ,* remarquables par le grand développement de leur squelette, sont représentés par onze espèces, toutes nouvelles, parmi lesquelles on remarque beaucoup de ces formes élégantes, à disque large, en forme de pentagone prolongé par cinq bras pyramidaux, grêles et pointus, auxquelles Gray avait donné le nom de *Dorigona.* Une forme nouvelle, constituant le genre *Anthenoides,* est intermédiaire entre les *Anthenea* à grands pédicellaires et à peau nue et les *Pentagonaster* à petits pédicellaires et à peau granuleuse.

» Les pédicellaires, ces organes de préhension en forme de pinces ou de ciseaux, qui sont propres aux Astéries et aux Oursins, ont présenté plusieurs formes nouvelles. Ceux du *Pentagonaster ternalis* sont à trois branches au lieu de deux, qui est le nombre habituel. Les *Luidia* en ont présenté à deux, trois et même quatre branches; mais les plus remarquables sont ceux qui ont été offerts par l'*Archaster mirabilis.* Deux osselets du squelette

sont placés en face l'un de l'autre, comme les crochets de deux parenthèses, dont ils ont la forme. Chacun d'eux porte un peigne de piquants qui se rabattent l'un vers l'autre et forment ainsi un organe de préhension fort compliqué. Cet exemple paraît mettre hors de doute l'homologie tant discutée des pédicellaires avec les piquants, ou même les granules calcaires du squelette des Astéries et des Oursins.

» Une concordance remarquable entre le nombre des tentacules, la structure de la bouche et la forme des pédicellaires semblait devoir conduire à diviser les Astéries en deux grandes familles distinctes.

» Il résulte de mes nouvelles recherches qu'il y a concordance entre la structure de la bouche et le nombre des rangées de tubes ambulacraires, concordance rendue nécessaire par les rapports avec la bouche du squelette qui sépare ces tubes; mais la structure générale du squelette et la forme des pédicellaires ne concordent plus avec ces données et doivent être considérées comme fournissant des caractères plus généraux.

» Ainsi les Astéries recueillies par M. Agassiz vont augmenter non seulement nos collections et la liste des formes spécifiques ou génériques connues, mais elles étendent encore d'une manière importante nos connaissances de Morphologie générale, en ce qui concerne les Échinodermes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions algébriques de la variable indépendante.* Mémoire de M. **Appell**, présenté par M. Bouquet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet).

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie contient le développement des propositions qui ont été indiquées dans une Note du 13 décembre 1880.

» 1. Les conclusions de cette Note peuvent s'étendre au cas où certains des coefficients $\varphi_i(x, y)$ de l'équation différentielle deviennent infinis en des points critiques de la fonction algébrique y de x. Voici sous quelles conditions cette extension est possible. Soit (ξ, η) un point critique de la fonction algébrique y de x où certains des coefficients $\varphi_i(x, y)$ deviennent infinis. Supposons que, pour $x = \xi$, q racines y de l'équation $F(x, y) = 0$ deviennent égales à η; on sait que, pour x voisin de ξ, cette équation a

q racines y voisines de η se partageant en un certain nombre de systèmes circulaires. Considérons un quelconque de ces systèmes circulaires comprenant r racines; si l'on fait

$$x = \xi + x'^r,$$

chacune de ces r racines est représentée par un même développement en série

$$y = \eta + a_1 x' + a_2 x'^2 + \ldots,$$

procédant suivant les puissances positives entières de x'. D'autre part, si l'on substitue ces expressions de x et de y en fonction de x' dans l'équation différentielle proposée, cette équation se transforme en une autre dont les coefficients sont des fonctions uniformes de x' dans le domaine du point $x' = 0$, certains de ces coefficients pouvant devenir infinis pour $x' = 0$. Nous supposons ces coefficients tels que le point $x' = 0$ soit un point ordinaire ou un pôle de la fonction intégrale. Cette même condition devra être remplie pour chacun des systèmes circulaires dans lesquels se partagent les q racines y voisines de η.

» 2. Lorsque l'on possède une intégrale de la forme indiquée dans la Note précédente,

$$\text{(A)} \qquad z_1 = \mathrm{R}(x, y) \frac{\Theta[u^{(i)}(x,y) - g_i]}{\Theta[u^{(i)}(x,y)]} e^{\lambda_1 u^{(1)}(x,y) + \ldots + \lambda_p u^{(p)}(x,y)},$$

on obtient, en posant dans l'équation différentielle

$$z = z_1 \int z' \, dx,$$

une équation différentielle linéaire en z' qui présente les mêmes caractères que la proposée, mais dont l'ordre est moindre d'une unité.

» On donne à la fonction intégrale (A) différentes formes, en l'exprimant soit à l'aide de fonctions Θ, soit à l'aide d'intégrales abéliennes de troisième espèce.

» 3. La théorie générale s'applique en particulier aux équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de la seule variable indépendante x,

$$\text{(B)} \qquad \frac{d^n z}{dx^n} + \varphi_1(x) \frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \cdots + \varphi_n(x) z = 0,$$

les coefficients $\varphi_i(x)$ étant tels que les racines des équations fondamentales déterminantes relatives aux différents points singuliers et au point ∞ soient

des nombres rationnels distincts; de plus, pour chacun des points singuliers et le point ∞, les éléments du système fondamental ne doivent pas contenir de logarithmes.

» Dans cette catégorie d'équations rentrent, par exemple, les équations de Lamé des divers ordres (HEINE, *Handbuch der Kugelfunctionen*, p. 445) et l'équation différentielle de la série hypergéométrique de Gauss, lorsque α, β, γ sont commensurables et que l'intégrale générale ne contient pas de logarithmes dans le voisinage des points singuliers. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil circulatoire des Crustacés isopodes.* Note de M. Y. DELAGE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

(Renvoi au Concours du prix des Sciences physiques pour 1881.)

« Les propositions suivantes sont extraites du résumé d'un travail sur l'appareil circulatoire des Édriophthalmes.

» PREMIÈRE PARTIE : *Isopodes.* — 1° Le *cœur* est situé dans l'abdomen et s'étend toujours plus ou moins dans le thorax. Il est absolument dorsal, tubuleux dans les formes longues, piriforme dans les types courts. Il est maintenu en place par les artères auxquelles il donne naissance, par de petits tractus qui se détachent de ses parois pour s'insérer aux parties voisines, et en général par sa soudure tout le long de la ligne médiane antérieure avec le rectum ([1]).

» 2° Il est percé de deux à quatre ouvertures en forme de boutonnières qui font communiquer sa cavité avec celle du péricarde. Ces ouvertures sont alternes dans les formes allongées, opposées dans les formes raccourcies. A son extrémité inférieure il est toujours terminé en cul-de-sac. Quand il se contracte, ses ouvertures se ferment et il chasse *par compression* le sang dans les artères. En outre, en diminuant son volume, il produit dans la cavité à parois rigides qui le contient une tendance au vide et une sorte d'*aspiration* qui a pour effet de faire affluer dans cette cavité, c'est-à-dire dans le péricarde, de nouvelles quantités de sang. L'aspiration du sang et sa projection dans les artères sont donc également actives et sont produites par la systole du cœur. Pendant la diastole les fentes latérales s'ouvrent et le cœur se remplit de nouveau.

» 3° Du cœur partent onze artères : une *aorte thoracique*, deux *aortes ab-*

([1]) L'animal est supposé placé verticalement, la tête en haut et la face ventrale en avant.

dominales, trois paires d'*artères thoraciques* et une paire d'*artères latérales*. Toutes les fois que la transparence des tissus rend l'observation possible, on constate la présence de valvules à deux lèvres à l'origine de ces artères. Il est donc permis de supposer que ces valvules existent toujours.

» 4° Les *artères latérales* fournissent des branches viscérales et les branches thoraciques des quatre premiers anneaux. Celles des trois derniers naissent directement du cœur.

» 5° Les *artères thoraciques* vont aux pattes de leurs anneaux respectifs. Elles fournissent des ramifications nombreuses; nous en nommerons une seule qui naît au point où l'artère va entrer dans la patte et concourt à la formation du *système ventral*.

» 6° Les *aortes abdominales* naissent entre le rectum et le cœur, de la face antérieure de ce dernier. Toujours paires à leur origine, elles peuvent se confondre en une seule. Elles donnent un rameau à chacun des anneaux branchifères de l'abdomen et se terminent dans les uropodes et dans le telson.

» 7° L'*aorte thoracique* monte directement dans la tête. Elle fournit des branches aux yeux, au cerveau et aux antennes. Elle passe en arrière de l'œsophage dans le collier œsophagien. Dès qu'elle l'a franchi, elle émet, par sa face antéro-inférieure, deux grosses et courtes branches qui contournent l'œsophage et se jettent l'une dans l'autre au-dessous de lui, de manière à former un *collier periœsophagien vasculaire, parallèle au collier nerveux de même nom et situé au-dessus de lui*.

» 8° De ce collier naît une grande artère que j'ai nommée *artère prénervienne*, qui descend jusqu'à l'anus le long de la ligne médiane antérieure du corps, *au-devant de la chaîne nerveuse ganglionnaire*. Dans la tête, le collier et l'artère fournissent des branches aux appendices buccaux. Dans l'abdomen, cette dernière fournit à chacun des dix pédoncules branchiaux un filet qui se ramifie dans ce pédoncule sans jamais pénétrer dans les lames respiratoires. Enfin, dans le thorax, elle fournit à chaque segment une paire de branches qui concourent à la formation du système ventral.

» 9° Le *système artériel ventral* est formé par sept paires de branches fournies par les sept paires d'artères thoraciques et qui arrivent à la région ventrale par les parties latérales de chaque anneau, et par sept paires de branches, nées en face des précédentes, sur la ligne médiane de l'artère prénervienne. Ces dernières s'anastomosent avec les premières, soit par leurs ramifications, soit directement à plein canal. Les anastomoses à plein canal ont lieu toujours au moins dans un anneau, jamais dans les sept. Elles établissent entre l'artère prénervienne et les vaisseaux de la région

dorsale une large communication. Dans les anneaux où elles existent, elles donnent lieu à la formation d'un cercle vasculaire tout à fait superficiel dans lequel tous les organes sont renfermés.

» 10° Il n'y a pas de capillaires. Les artérioles déversent le sang dans les lacunes intérieures des tissus. Outre ces lacunes microscopiques, il en existe une grande qui occupe dans le thorax tout l'espace interposé aux viscères.

» 11° Il existe en outre ordinairement deux *sinus thoraciques* qui se rendent de la tête à l'abdomen en passant en arrière de l'insertion des pattes. Ces sinus recueillent le sang qui a circulé dans ces appendices, et, par sept orifices percés sur leur bord interne, celui de la grande lacune.

» 12° A la base du thorax ils se jettent l'un dans l'autre sur la ligne médiane et donnent naissance à un vaste *sinus abdominal* situé en avant du rectum. De ce sinus partent cinq paires de vaisseaux qui portent le sang aux branchies.

» 13° D'ordinaire certaines parties de l'abdomen, soit le telson, soit les épimères des anneaux branchifères, sont adaptées à la fonction respiratoire. Dans ce cas, du sang veineux leur est apporté par des vaisseaux venus du sinus abdominal, et leurs vaisseaux efférents se comportent comme ceux des vraies branchies.

» 14° La circulation branchiale est décrite en détail dans le Mémoire. Disons seulement ici que l'identité ordinaire des lacunes dans les deux lames branchiales ne permet pas de les distinguer en fonctionnelles et protectrices. Même lorsqu'il n'y a pas identité entre les lacunes des deux lames, la circulation dans la lame prétendue protectrice ne permet pas de lui refuser toute activité respiratoire.

» 15° Les *vaisseaux branchio-péricardiques*, au nombre de cinq paires, constitués par les canaux efférents des branchies, remontent vers la région postérieure, en suivant superficiellement dans chaque anneau la courbure de l'arceau dorsal, et se jettent dans le péricarde par autant d'orifices dépourvus de valvules.

» 16° Le *péricarde* entoure le cœur de tous côtés, excepté en avant, où celui-ci est uni au rectum. Il n'est pas en général formé par une membrane isolée; il est comme sculpté dans les parties musculaires qui remplissent l'abdomen; ses parois m'ont paru revêtues d'une couche endothéliale. A l'exception des orifices des vaisseaux branchio-péricardiques, il est parfaitement clos dans sa partie inférieure; mais en haut il s'ouvre dans les petites lacunes de la couche chorio-musculaire de la région dorsale. Un

petit nombre de globules qui n'ont pas respiré entrent par cette voie dans sa cavité et se mêlent à ceux qui viennent des branchies ou des organes qui remplissent les mêmes fonctions. Ces globules sont ceux qui ont été déversés dans les lacunes de la région dorsale par les artérioles du voisinage, et, en outre, un petit nombre de ceux qui circulent dans la grande lacune thoracique et qui remontent, le long des arceaux dorsaux du thorax, immédiatement sous les téguments [1]. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Le Phylloxera en Californie.* Note de M. F. DE SAVIGNON, présentée par M. Hervé Mangon. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Une mission que j'ai remplie en Californie pendant l'été de 1880, et qui avait pour but principal l'étude du Phylloxera et des vignes dans ce pays, m'a permis de faire des observations que j'ai soumises à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, dans un Rapport spécial. J'en extrais les considérations suivantes.

» Le Phylloxera est regardé par les vieux vignerons californiens comme un parasite naturel aux vignes cultivées. Tous ceux à qui il a été montré affirment l'avoir toujours connu : il n'aurait donc pas été introduit en Californie sur des plants importés du Bordelais.

» Vers 1873, les viticulteurs du comté de Sonoma se préoccupèrent de l'existence du mal, mais ne firent aucune tentative pour le combattre. Depuis 1875, il a progressé, mais lentement : le professeur E.-W. Hilgard, de l'Université de Berkeley, a constaté dans Sonoma que pendant ces quatre dernières années le Phylloxera, partant d'un centre très vivace, n'avait gagné que 4000^{m} dans la direction des vents dominant en été. Introduit dans le comté de Fresno sur des plants venus de Bordeaux, il a pu être localisé et anéanti.

» En Californie, les indices révélateurs de la présence du Phylloxera sont les mêmes qu'en France; les lésions apparentes sur les racines présentent des caractères identiques à ceux que l'on observe ici.

» La lenteur de l'invasion phylloxérique en Californie semble provenir de trois causes principales, qui seraient :

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Roscoff, pendant la belle saison des années 1879 et 1880.

» 1° *La nature du Phylloxera en Californie et les évolutions qui lui sont propres.* — L'existence de l'insecte ailé n'est pas admise en Californie. La lenteur de sa marche, le peu d'étendue des taches phylloxériques, leur rapprochement dans toutes les vignes envahies, la facilité avec laquelle on peut localiser et détruire le mal tendent à confirmer cette opinion. Si les ailés existent, leur nature doit peu se prêter à de grands déplacements, soit que la faiblesse de leur vol ne leur permette pas de s'élever assez pour être emportés au loin par le vent, soit que la durée de leur existence, leur mode de reproduction, une fécondité peu développée ou quelque autre cause inconnue vienne ralentir leur propagation.

» 2° *La qualité du sol.* — Partout où le sol est riche et profond, dans le comté de Sonoma, la résistance est complète, se prolonge ou semble beaucoup plus marquée que dans les endroits où il est pauvre, peu profond, où il manque de potasse. Les vignobles du comté de Napa, établis dans des terres formées par la décomposition de roches basaltiques, ne présentent aucun indice qui puisse déceler la présence du Phylloxera.

» 3° *L'existence d'un parasite.* — Ce parasite, de la famille des Acariens, a été reconnu par M. Meignen comme étant le *Tyroglyphus longior*, décrit par MM. Fumouze et Ch. Robin [1]. La variabilité des formes des Tyroglyphes est un caractère distinctif que l'on observe d'une espèce à une autre, d'un individu à un autre ; leur habitat et leurs mœurs sont aussi très variés, surtout ceux du *Tyroglyphus longior*. Nous avons constaté sa présence *dans le voisinage immédiat du Phylloxera et sur le Phylloxera lui-même*. Nous en avons compté jusqu'à huit sur un tronçon de racine de $0^m,08$ de longueur sur $0^m,01$ de diamètre. Le grand nombre de ces Acariens par rapport à celui des Phylloxeras en présence desquels nous les avons trouvés et la lenteur de l'invasion phylloxérique dans Sonoma sont autant de raisons qui conduisent à croire que, si le *Tyroglyphus longior* se nourrit de débris animaux, il s'attaque aussi au puceron du Phylloxera lorsque son aliment favori lui fait défaut. Nous invoquerons à l'appui de cette opinion ce fait que le *Tyroglyphus longior*, qui supporte une privation complète de nourriture pendant un temps assez long (un mois environ), n'a pas pu vivre plus d'un ou deux jours sur de la farine en décomposition.

» En présence des observations faites par nos devanciers et par nous, nous considérons le *Tyroglyphus longior* comme vivant de débris animaux

---

[1] *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin (n° 5, septembre et octobre 1867).

ou d'animaux vivants et comme un parasite du Phylloxera, d'une possession précieuse pour les vignobles envahis où l'on pourrait le propager. »

M. **David** adresse, par l'entremise de M. Resal, deux Notes relatives à la transformation des équations différentielles linéaires.

(Commissaires : MM. Puiseux, Bouquet, Resal).

Un **Anonyme** adresse un Complément à la Note qu'il a présentée au Concours du grand prix des Sciences physiques, avec la devise « Frappez et l'on vous ouvrira ».

(Renvoi à la Commission).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie qu'il a désigné M. *Hervé Mangon* pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique, au titre de Membre de l'Académie des Sciences, pendant l'année scolaire 1880-1881, en remplacement de M. Chasles, décédé.

M. **Abria**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, « l'Annuaire statistique de la France pour 1880 » et le Tome VII de la « Statistique générale de la France ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome I du « Traité expérimental d'électricité et de magnétisme, de *J.-E.-H. Gordon* », traduit de l'anglais et annoté par M. *J. Raynaud*. (Présenté par M. A. Cornu.)

2° Un Opuscule de M. *Ch. Brongniart*, intitulé « Notice sur quelques poissons des lignites de Ménat ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance, un second Rapport de M. *Haton de la Goupillière*, fait au nom

de la Commission chargée de l'étude des moyens propres à prévenir les explosions de grisou, et qui fait connaître les données théoriques et pratiques acquises jusqu'à ce jour sur cette importante question.

M. l'Inspecteur général de la Navigation adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1880.

Les plus hautes eaux ont été observées le 4 janvier au pont Royal, à $5^m,55$, et au pont de la Tournelle, le même jour, à $4^m,45$; les plus basses eaux, au pont Royal, le 3 février, à $0^m,74$, et au pont de la Tournelle, le 4 du même mois, à $0^m,32$ au-dessous de zéro.

GÉODÉSIE. — *Sur un procédé d'observation astronomique à l'usage des voyageurs, les dispensant de la mesure des angles pour la détermination de la longitude.* Mémoire de M. Ch. Rouget, présenté par M. F. Perrier. (Extrait par l'auteur.)

« Dans un Mémoire précédent, j'ai indiqué le moyen de déterminer la latitude et le temps sidéral par deux observations de couples d'étoiles se trouvant soit à la même hauteur, soit dans un même plan azimutal, au même instant physique. J'ai étudié la théorie des trajectoires provenant de l'intersection de la voûte céleste par les plans azimutaux parfaitement définis se rapportant à ces deux espèces d'observations.

» La Lune, par son mouvement propre, décrit dans le ciel une certaine courbe. La *Connaissance des Temps* donne jour par jour, et à chaque heure de temps moyen de Paris, ses coordonnées en ascension droite et déclinaison : rien n'est donc plus facile, à un jour donné, que de les pointer sur une Carte astronomique et d'examiner quelles sont les trajectoires qui seraient traversées par elle pendant la durée de la nuit. La Carte donne elle-même, par approximation, l'heure sidérale de l'intersection. J'ai pensé que si l'on pouvait déterminer matériellement, au lieu où l'on se trouve, le temps sidéral de ce passage, et calculer en même temps les coordonnées de la Lune qui correspondent à cette intersection des deux courbes, on aurait une solution du problème des longitudes, car ces coordonnées correspondent à un temps moyen de Paris parfaitement déterminé; on peut le convertir en temps sidéral, et, comme nous supposons connu le temps sidéral du lieu, leur différence donne la longitude cherchée. Or la relation

qui lie les coordonnées de la Lune entre elles, au moment de l'intersection de la trajectoire, est très simple. Si l'on conserve la notation du précédent Mémoire, et que l'on appelle θ_ε le temps sidéral ou l'ascension droite du nœud de la trajectoire, c'est-à-dire de son intersection avec l'équateur, A l'angle qu'elle forme avec lui, on a un triangle rectangle sphérique qui donne, en appelant α et D les coordonnées de la Lune,

$$\operatorname{tang} A = \frac{\operatorname{tang} D}{\sin(\alpha - \theta_\varepsilon)}.$$

Comme je ne considère jamais ces trajectoires qu'au moment de leur verticalité, il sera presque impossible que le moment du passage de la Lune soit le même. Cela importe peu. Il est évident que le plan azimutal, dont on conserve l'orientation, continuera à couper l'équateur sous le même angle que la trajectoire avec laquelle il a coïncidé à l'instant de son passage; seulement l'ascension droite du point d'intersection variera, et elle variera exactement du temps sidéral écoulé depuis l'observation du phénomène jusqu'au moment où l'on constatera le passage de la Lune dans ledit plan. On se trouve donc en présence d'une trajectoire nouvelle, ayant le même angle A à l'équateur, et dont le nœud a pour ascension droite $\theta_\varepsilon + k$, si k désigne le temps sidéral écoulé; la formule devient

$$\operatorname{tang} A = \frac{\operatorname{tang} D}{\sin[\alpha - (\theta_\varepsilon + k)]}.$$

» J'ajouterai que la condition de verticalité au moment de l'observation permet de déterminer une trajectoire au moyen d'une seule étoile quelconque située à l'ouest de la Lune. Si l'on appelle α et D' les coordonnées de cette étoile et A_{2l} son azimut, les formules du problème sont

$$\operatorname{tang} A_{2l} = \frac{\sin D' \sin(\theta_l - \alpha')}{\cos D' \sin l \cos(\theta_l - \alpha') - \sin D' \cos l} = \frac{\operatorname{tang}(\theta_l - \alpha') \cos\varphi}{\sin(l - \varphi)},$$

en posant

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\operatorname{tang} D'}{\cos(\theta_l - \alpha')},$$

$$\operatorname{tang}(\theta_l - \theta_\varepsilon) = \operatorname{tang} A_{2l} \sin l,$$

$$\operatorname{tang} A = \frac{1}{\operatorname{tang} A_{2l} \cos l \cos(\theta_l - \theta_\varepsilon)},$$

et l'on retombe dans le cas précédent.

» On peut donc aller jusqu'à dire que, à la rigueur, deux fils à plomb

suffiraient pour trouver approximativement la situation d'un point sur le globe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation par directions réciproques.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Bonnet.

« Dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société mathématique* (*Sur la Géométrie de direction*, t. VIII, p. 196), j'ai fait connaître une transformation nouvelle qui présente la plus grande analogie avec la transformation par rayons vecteurs réciproques; je me propose d'exposer brièvement comment on peut l'étendre à l'espace.

» 1. Une surface S, étant donnée, partage l'espace en deux régions, et l'on peut fixer arbitrairement celle de ces régions que l'on regarde comme extérieure à la surface; je désignerai sous le nom de *semi-surface* une surface ainsi définie. A un plan correspondent, par exemple, deux semi-plans que l'on peut appeler *opposés* et que l'on doit regarder comme deux semi-surfaces distinctes; à une sphère correspondent également deux semi-sphères opposées.

» Pour que deux semi-surfaces se touchent en un point, il faut non seulement qu'elles aient même tangente en ce point, mais encore que les régions extérieures aux deux surfaces soient les mêmes dans le voisinage de ce point. De là résultent immédiatement les propositions suivantes :

» *On ne peut mener à une semi-sphère qu'un semi-plan parallèle à un semi-plan donné; une semi-sphère est déterminée par la condition qu'elle touche quatre semi-plans donnés, et un semi-cône de révolution par la condition qu'il touche trois semi-plans donnés.*

» Cela posé, la transformation par directions réciproques est entièrement définie par les conditions suivantes :

» Deux semi-plans réciproques se coupent sur un plan fixe que j'appellerai *plan fondamental;* deux couples de semi-plans réciproques forment un système de quatre semi-plans tangents à un semi-cône de révolution.

» La transformation est évidemment déterminée quand on se donne le plan fondamental et deux semi-plans réciproques.

» 2. Voici les propriétés fondamentales de cette transformation :

» A un système de semi-plans parallèles correspond un système de semi-plans parallèles; à une semi-sphère correspond une semi-sphère qui peut se réduire à un point; à un semi-cône de révolution, une semi-surface

de même nature qui peut se réduire à un cylindre de révolution ou à une droite.

» On peut toujours effectuer une transformation telle que quatre semi-sphères données se transforment en quatre points.

» Si trois semi-surfaces touchent un semi-plan aux points a, b, c et si les semi-surfaces réciproques touchent le semi-plan réciproque aux points α, β, γ, les triangles abc et $\alpha\beta\gamma$ sont égaux.

» Les lignes de courbure des semi-surfaces sont conservées dans la transformation.

» Deux cas sont particulièrement à remarquer. En premier lieu, si le plan fondamental est à l'infini, la transformée est une semi-surface parallèle à la semi-surface donnée; en second lieu, si un cône isotrope a pour réciproque un cylindre droit dont l'axe est perpendiculaire au plan fondamental, on a la transformation remarquable due à M. Bonnet [1].

» 3. Si l'on prend une surface algébrique quelconque et si l'on fixe arbitrairement la région que l'on regarde comme extérieure, la semi-surface ainsi obtenue ne forme généralement un être géométrique que si on lui adjoint la semi-surface opposée; elle doit être considérée comme une semi-surface composée de deux feuillets superposés et opposés entre eux, ces feuillets formant les deux nappes de l'enveloppe d'une sphère de rayon infiniment petit dont le centre décrit la surface. Une quadrique, par exemple, doit être regardée comme une semi-quadrique de quatrième classe. Cependant quelques semi-surfaces, composées d'une seule nappe, forment un être géométrique distinct : telles sont celles qui proviennent du plan, de la sphère, et en général de toutes les anticaustiques des surfaces algébriques.

» 4. La transformée d'une semi-surface S est une anticaustique; abaissons, en effet, de chaque point M de S une perpendiculaire MP sur le plan fondamental, et prenons sur MP un point M' tel que le rapport de M'P à MP soit constant : le point M' décrit une surface S'. Cela posé, si, l'indice de réfraction étant convenablement choisi, des rayons perpendiculaires au plan fondamental se réfractent sur S', la réciproque de S est une des catacaustiques de S'; on obtiendra du reste toutes ses catacaustiques en déplaçant le plan fondamental parallèlement à lui-même.

» Il résulte de là que l'on sait déterminer les lignes de courbure des an-

---

[1] *Note sur un genre particulier de surfaces réciproques.* (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 485).

ticaustiques de S′ si l'on sait les déterminer pour la semi-surface S. En particulier, si S′ est une semi-quadrique, il en est de même de S, et l'on voit que l'on peut obtenir les lignes de courbure des anticaustiques des surfaces du second ordre, les rayons incidents étant parallèles, proposition que j'avais déjà démontrée dans mon Mémoire *Sur une surface de quatrième classe*, etc. (*Journal de Mathématiques*, 3e série, t. II, p. 145).

» M. Darboux qui, dans une Note présentée à l'Académie dans sa dernière séance, a bien voulu rappeler ce résultat, a démontré de plus que ces anticaustiques sont les surfaces les plus générales de la quatrième classe, qui ont pour ligne double l'ombilicale.

» Des propositions qui précèdent il résulte qu'elles peuvent être considérées comme les transformées des semi-quadriques; or, si l'on considère une semi-surface quelconque Σ de quatrième classe ayant pour ligne double l'ombilicale, et pour autre ligne double la conique k, on voit que chaque point M de k est le sommet de deux semi-cônes de révolution circonscrits à Σ; tous ces semi-cônes peuvent, par une transformation convenable, être transformés en droites se partageant en deux systèmes tels qu'une droite quelconque de l'un des systèmes rencontre toutes les droites de l'autre système. D'où il suit que la transformée est une semi-quadrique, ce qui démontre le beau théorème de M. Darboux; on voit également, comme l'a énoncé ce géomètre, que Σ peut être, de quatre façons différentes, considérée comme anticaustique d'une quadrique.

» La surface la plus générale de quatrième classe, qui a pour ligne double l'ombilicale, est donc la transformée par directions réciproques d'une semi-quadrique, et un grand nombre de ses propriétés métriques se déduisent immédiatement des propriétés des génératrices rectilignes des quadriques et des propriétés des cônes de révolution qui leur sont circonscrits. »

PHYSIQUE. — *Sur la grandeur et les variations des images de Purkinje.* Note de M. CROULLEBOIS.

« J'ai montré qu'un assemblage de miroirs sphériques centrés [1] fonctionne comme un assemblage de lentilles centrées, qu'il peut être réduit à un système composé de deux points *focaux* et de deux points *principaux*

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIX, janvier 1880.

ou *nodaux*. D'après cela, il est possible de conjuguer des systèmes formés à la fois de miroirs et de lentilles, sauf à introduire dans les constructions géométriques quelques restrictions qui se présentent naturellement. On arrive ainsi très simplement à définir la grandeur relative des *images de Purkinje* et à discuter les conditions physiques qui président au mécanisme de l'accommodation.

» I. Soit proposée la combinaison de deux systèmes réfringents centrés et séparés par des milieux transparents quelconques. Appelons P_1, P_2, f_1, f_2 les éléments *cardinaux* du premier système et P'_1, P'_2, f'_1, f'_2 ceux du second; désignons par d l'*interstice* des nœuds. Le système résultant $(R, R', \varphi, \varphi')$ est défini par les relations

$$h_1 = d\frac{f_1}{f_2+f'_1-d},\quad h_2 = d\frac{f'_2}{f_2+f'_1-d},$$
$$\varphi = \frac{f_1 f'_1}{f_2+f'_1-d},\quad \varphi' = \frac{f_2 f'_2}{f_2+f'_1-d}.$$

» II. Supposons que le second système soit un miroir, convexe ou concave, de rayon R. D'une manière générale, on peut considérer un miroir comme un système optique dans lequel les deux points principaux superposés coïncident avec le pôle, et les deux points nodaux, également superposés, avec le centre. Si le miroir est convexe, on a, avec des conventions évidentes sur les signes,

$$f'_1 = -\frac{R}{2},\quad f'_2 = \frac{R}{2},$$

et, par suite,

$$h_1 = d\frac{f_1}{f_2-\frac{R}{2}-d},\quad h_2 = d\frac{\frac{R}{2}}{f_2-\frac{R}{2}-d}$$

et

$$\varphi = \frac{-f_1\frac{R}{2}}{f_2-\frac{R}{2}-d},\quad \varphi' = \frac{f_2\frac{R}{2}}{f_2-\frac{R}{2}-d}.$$

Si le miroir est concave, on obtient des formules analogues, en changeant R en $-$R.

» III. Les rayons qui apportent les images de Purkinje ont à repasser par le système réfringent. Il nous faut donc conjuguer le système résultant avec le premier système composant, ce qui ne présente aucune difficulté. Il suffit de remarquer que, à cause de la marche réciproque des rayons,

il y a interversion dans le rang des points principaux du système résultant. Composons (P_1, P_2, f_1, f_2) avec le système interverti $(R', R, -\varphi', -\varphi)$.

» On trouve, pour le cas du miroir convexe,

(1) $$\psi = \frac{-f_1 f_2 R}{2(f_2 - d)(f_2 - R - d)},$$

et, dans le cas du miroir concave,

(2) $$\psi = \frac{f_1 f_2 R}{2(f_2 - d)(f_2 + R - d)}.$$

On déduit aussi, avec une approximation permise,

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta\psi}{\psi},$$

ce qu'on exprime en disant :

» *L'image catoptrique d'objets éloignés diminue en même temps que* ψ *et dans la même proportion.*

» IV. *Première image cristallienne.* — L'expérience apprend que f_1 et f_2 restent constants, c'est-à-dire que la cornée ne change ni de courbure, ni de position, que λ subit une diminution de $0^{mm},4$ et que le rapport $\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta\psi}{\psi} = \frac{4}{9}$, quand on passe de la vision éloignée à la vision approchée. Considérons la variation

$$\Delta\psi = \frac{\partial\psi}{\partial d}\Delta d + \frac{\partial\psi}{\partial R}\Delta R.$$

» Le premier terme est d'à peu près $\frac{1}{30}\psi$. La diminution de l'image ne peut donc provenir du déplacement Δd. *Elle exige une diminution du rayon de courbure* ΔR *de la surface antérieure du cristallin,* déduite de la relation

$$\Delta R = \frac{4}{9}\frac{\psi}{\psi'_R},$$

ce qui donne

$$\Delta R = 2^{mm},9.$$

» V. *Seconde image cristallienne.* — Le système réfringent est l'œil tout entier, auquel on peut substituer l'*œil réduit,* ayant son point principal unique en C, son nœud en O et son second point focal en F_2.

» Le sommet A de la surface postérieure du cristallin est au delà et très près de O, dans un œil *normal.* Posons $OA = z$, $AF_2 = u$; la formule (2) devient

$$\psi = \frac{nR}{2}\frac{(z+u)^2}{u(u+R)}.$$

» L'expérience apprend que : 1° A reste fixe; 2° $\frac{\Delta\psi}{\psi} = \frac{1}{12}$. Considérons la variation

$$\Delta\psi = \tfrac{1}{12}\psi = \psi'_z\,\Delta z + \psi'_u\,\Delta u + \psi'_R\,\Delta R.$$

» Les coefficients différentiels sont tous positifs. Dans la vision approchée, $\Delta z > 0$ et $\Delta u < 0$ nécessairement; le déplacement Δz fait augmenter l'image, Δu la diminue.

» Si l'on suppose R constant et si l'on écarte la compensation réalisée par Δz, le calcul apprend que Δu devrait acquérir une valeur de 5^{mm} pour que la variation relative de l'image fût de $\frac{1}{12}$, ce qui est impossible. Donc *il y a aussi diminution du rayon de courbure de la face postérieure du cristallin.*

» Il est ainsi démontré que le mécanisme de l'adaptation consiste dans une modification simultanée de courbure des deux faces du cristallin. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Thermo-régulateur pour les hautes températures.* Note de M. D'ARSONVAL.

« J'ai déjà fait connaître à l'Académie [1] un moyen très exact pour régler les températures inférieures à 100°, en me servant uniquement de la dilatation de l'eau. L'appareil que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui permet de pousser cette régulation jusqu'à 1200° au moins, dans des conditions tout aussi pratiques.

» En effet :

» 1° Ce régulateur est en même temps un pyromètre, qui contrôle à chaque instant sa propre marche.

» 2° Il permet de régler, avec une grande exactitude, toutes les températures inférieures au ramollissement de la porcelaine.

» 3° Une fois réglé, il retombe automatiquement à la même température lorsqu'on rallume le brûleur.

» Pour ces hautes températures, je prends comme corps dilatable l'air atmosphérique ou tout autre gaz permanent. A l'inverse de ce qui a lieu pour les autres régulateurs, *la masse et le volume de l'air restent constants; les variations de pression dues aux changements de température sont seules utilisées pour la régulation.* En effet, Regnault a montré que, pour le pyro-

---

[1] D'ARSONVAL, *Du maintien des températures constantes* (*Comptes rendus*, séance du 5 mars 1877).

mètre à air, il est plus avantageux d'observer les changements de pression de la masse gazeuse sous volume constant que de conserver la pression constante et le volume variable. Et cela se comprend aisément, car, dans le second cas, le nombre des molécules gazeuses soumises à l'action du foyer va en diminuant à mesure que la température monte; et, par conséquent, la sensibilité de l'appareil doit être de plus en plus petite.

» D'autre part, la relation qui existe entre la température et la pression d'une masse gazeuse est donnée par la formule

$$P_t = P_0(1 + \alpha t),$$

en prenant pour α la valeur 0,003665, donnée par Regnault pour le cas actuel.

» Ces principes posés, voici comment je les ai utilisés. Comme construction, l'appareil a la plus grande analogie avec mon régulateur pour pressions de vapeurs, décrit dans une Note récente [1].

» L'appareil demande seulement une disposition spéciale pour éviter les fuites d'air, qui lui enlèveraient toute valeur et que je ne peux décrire ici.

» Il se compose de trois parties, comme le montre la *fig.* 1, savoir :

» 1° Un réservoir à air, plongeant dans le milieu à maintenir constant, et qui se fabrique, suivant les cas, en verre ou en porcelaine vernie;

» 2° Un manomètre capillaire en U, contenant du mercure, et qui indique la pression de l'air contenu dans le réservoir;

» 3° Le régulateur proprement dit, qui agit sur l'écoulement du gaz destiné au brûleur.

» Un tube de cuivre capillaire fait communiquer le réservoir à air avec une borne creuse (g), terminée par un bouchon hermétique à vis. De cette borne partent deux autres tubes capillaires, qui vont, l'un au manomètre, l'autre au régulateur.

» Grâce à cette disposition, les trois appareils communiquent ensemble, et le bouchon à vis permet, à un moment donné, de mettre tout le système en communication avec l'air atmosphérique.

» La membrane du régulateur reçoit par sa face inférieure la pression de l'air du réservoir; comme dans le régulateur à vapeur, cette pression est équilibrée à la face supérieure par un poids (6) qui, en glissant le long

---

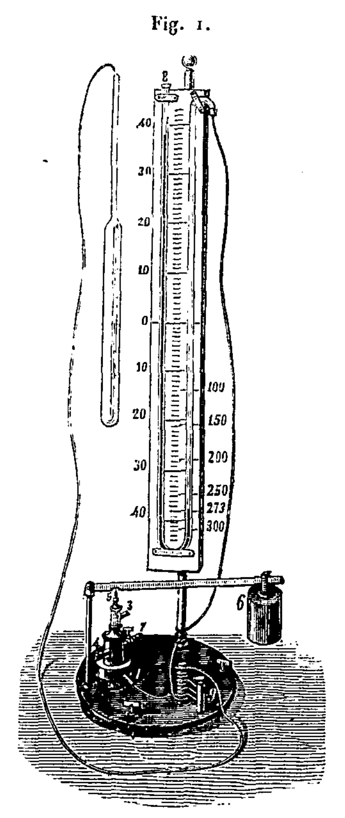
[1] D'Arsonval, *Régulateur de pression pour les vapeurs* (*Comptes rendus*, séance du 27 décembre 1880).

d'un levier, fait varier la charge. Le gaz arrive par le tube (3) et sort réglé par le tube (4) pour aller au brûleur.

» Le fonctionnement de l'appareil est le suivant : lorsque le manomètre indique la température désirée, on fait glisser le poids (6) sur le levier, jusqu'à ce que la pression de l'air soulève la membrane et réduise le feu; à partir de ce moment, la température reste forcément invariable.

» L'appareil est soumis aux variations de la pression barométrique ;

Fig. 1.



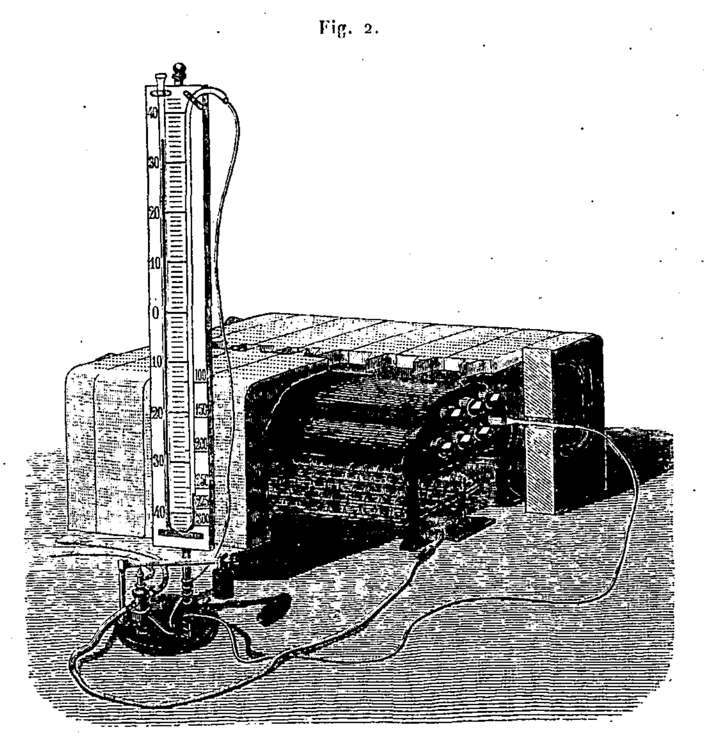
Régulateur.

cette cause d'erreur est insignifiante pour des températures aussi élevées. Je peux, d'ailleurs, la supprimer complètement en équilibrant l'autre côté du levier par une boîte d'anéroïde où le vide est fait. Dans la pratique, cette complication est parfaitement inutile.

» Le manomètre, pour ne pas lui donner trop de hauteur, ne peut aller que jusqu'à 300°. Nous avons renoncé, mon constructeur et moi, à le remplacer par un manomètre métallique ou par un manomètre fermé, parce que rien ne vaut comme exactitude le manomètre à air libre.

» Pour régler les températures supérieures à 300°, j'use de l'artifice suivant. Lorsque j'ai atteint + 273°, c'est-à-dire une pression de 1^{atm}, j'ouvre le bouchon (g) et je le referme aussitôt que le manomètre est retombé à zéro. Après cette opération, la densité de l'air contenu dans le réservoir est la même que s'il eût été chargé à zéro et à une pression moitié moindre que la pression atmosphérique. La sensibilité de l'appareil est devenue également moitié moindre, et, pour avoir la température, il faut doubler les nombres lus sur l'échelle en ajoutant 273°. L'appareil peut monter

Fig. 2.



Régulateur appliqué au bloc.

alors jusqu'à + 873°. En ouvrant de nouveau à 546°, on monterait jusqu'à + 1473°, etc.

» Cet appareil a déjà rendu service aux chimistes. M. Wiesnegg, ayant avantageusement remplacé les bains d'huile par un bloc en fonte recevant les étuis, nous y avons adapté le nouveau régulateur (*fig.* 2). Les chimistes peuvent, avec cet appareil, chauffer leurs tubes scellés à des températures élevées et constantes, sans aucun danger d'incendie et sans être incommodés par l'odeur et le contact des corps gras. Les tubes, creusets, coupelles peuvent être chauffés de la même manière à l'aide de cet appareil, qui s'applique

à tous les cas où l'on a besoin d'une température élevée et constante. C'est, en particulier, le cas des émaux artistiques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *De la recherche des composés gazeux et de l'étude de quelques-unes de leurs propriétés à l'aide du spectroscope.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis**.

« Nous avons constaté que les gaz qui sortent de l'appareil à effluves de M. Berthelot peuvent être utilement étudiés par le spectroscope. En effet, cet examen optique est d'une sensibilité assez grande pour déceler des traces d'ozone quand on opère avec une colonne gazeuse suffisamment longue; on sait, d'autre part, qu'une colonne très courte d'acide hypoazotique suffit pour permettre d'observer le spectre d'absorption de ce corps.

» Nous avons repris par cette méthode l'étude de la destruction de l'ozone par la chaleur, et l'étude des produits obtenus par l'électrisation d'un mélange d'azote et d'oxygène. Voici les principaux résultats que nous avons obtenus.

» I. Les bandes d'absorption de l'ozone pur et sec, préparé avec de l'oxygène exempt d'azote, disparaissent lentement à la température ordinaire, rapidement au rouge, soit qu'on l'observe en vase clos, soit qu'on emploie un courant gazeux; le spectre finit par devenir continu, sans qu'aucune raie noire nouvelle l'ait traversé à un moment quelconque.

» Le même phénomène s'observe si l'on détruit par la chaleur un mélange d'ozone et d'azote, à cette seule condition que l'azote n'ait pas traversé l'appareil à effluves.

» Le spectroscope permet donc de suivre la transformation isomérique de l'ozone en oxygène, et d'affirmer que sa destruction ne donne pas d'acide hypoazotique, seul composé de l'azote stable à la température du rouge sombre.

» II. Les chimistes admettent que, en évitant l'emploi des fortes tensions électriques, les appareils à effluves permettent de préparer l'ozone en présence de l'azote sans qu'on ait à craindre la formation d'acide hypoazotique.

» Le spectroscope nous a permis d'observer que l'électrisation d'un mélange bien sec contenant au moins $\frac{1}{7}$ d'azote détermine toujours, à la température ordinaire, la formation d'un corps non encore signalé, caractérisé par un très remarquable spectre d'absorption.

» Le spectre observé en interposant une colonne de 2^m remplie du mé-

lange gazeux obtenu dans ces conditions possède toutes les larges bandes d'absorption décrites par l'un de nous comme caractéristiques de l'ozone, et de plus des raies fines et très noires dans le rouge, l'orangé et le vert.

» L'azote électrisé, les acides azoteux, hypoazotique et azotique anhydres ne présentent pas ce spectre.

» III. Si l'on fait barboter les gaz qui donnent ces deux spectres dans l'eau, cette eau devient acide et le gaz ne présente plus que le spectre de l'ozone.

» L'introduction dans l'appareil à effluves d'un mélange gazeux incomplètement desséché détermine aussi rapidement la disparition du spectre superposé à celui de l'ozone.

» Le spectre qui a disparu appartient donc à un composé anhydre, acide ou susceptible d'engendrer un acide.

» IV. Le même mélange gazeux se décompose rapidement au rouge, en donnant de l'acide hypoazotique. Le spectroscope permet de suivre le phénomène : les bandes de l'ozone et les bandes nouvelles sont graduellement remplacées par les bandes qui caractérisent l'acide hypoazotique, et qui persistent seules.

» La décomposition est lente à la température ordinaire; suivie au spectroscope, elle présente une particularité très importante. On constate une période de vingt-quatre à quarante-huit heures pendant laquelle les bandes du corps nouveau ont totalement disparu, sans qu'il y ait trace d'acide hypoazotique; puis l'acide hypoazotique apparaît lentement et la décomposition paraît terminée au bout de quelques jours. De ces faits on peut conclure que le corps formé se décompose d'abord en oxygène et acide azotique anhydre, qui à son tour se décompose en acide hypoazotique et oxygène.

» Le corps qui donne le nouveau spectre que nous avons observé est donc susceptible de se décomposer spontanément ou sous l'influence de la chaleur en donnant de l'acide hypoazotique.

» Ces expériences, terminées, furent communiquées à M. Berthelot, qui voulut bien alors nous donner connaissance d'une observation qu'il n'avait pas cru devoir publier : l'acide hypoazotique soumis à l'action de l'effluve en présence de l'oxygène était devenu incolore. Nous avons repris cette remarquable expérience et constaté qu'un mélange convenable d'acide hypoazotique et d'oxygène sort en effet incolore de l'appareil à effluves, et que de plus il présente les bandes du corps nouveau sans qu'on puisse retrouver celles de l'acide hypoazotique.

» V. C'est donc l'étude spectroscopique des mélanges d'oxygène et d'azote modifiés par l'acte de l'électrisation qui nous a permis de constater l'existence de ce corps, de fixer les conditions de sa formation et d'étudier quelques-unes de ses propriétés, sans que nous ayons eu besoin pour cela de l'isoler.

» Ces expériences s'interprètent facilement, si l'on admet la formation d'un *acide pernitrique*, obtenu dans des conditions analogues à celles qui ont permis à M. Berthelot de découvrir l'*acide persulfurique*.

» Les faits que nous nous proposons d'exposer dans une prochaine Note à l'Académie sur la nitrification, et qui sont des conséquences de la production et de la décomposition de ce corps nouveau, nous ont décidés à en signaler l'existence, avant d'avoir pu vaincre toutes les difficultés que présente son étude complète. »

Observations sur l'acide perazotique; par M. **Berthelot**.

A la suite de la Communication de MM. Hautefeuille et Chappuis, M. Berthelot fait ressortir l'intérêt qui s'attache à la découverte des caractères spectroscopiques de l'acide perazotique.

« Dans le cours de mes recherches sur les effets chimiques de l'effluve et sur l'acide persulfurique, ajoute-t-il, j'avais cherché à obtenir également l'acide perazotique, et j'avais observé qu'un mélange d'oxygène et de gaz hypoazotique se décolore sous l'influence de l'effluve; mais le mélange, après un certain nombre d'heures de conservation, reprend peu à peu la teinte orangée de l'acide hypoazotique. Ces signes indiquaient l'existence d'un composé nouveau, formé d'azote et d'oxygène, plus oxygéné que l'acide hypoazotique, distinct d'ailleurs de l'acide azotique anhydre, par ce que ce dernier se conserve bien plus longtemps sans altération, et surtout par ce que l'acide azotique anhydre, volatil vers 45° seulement, se condense aisément en cristaux dans un mélange réfrigérant : propriété que je n'ai pas retrouvée, dans les mêmes conditions, en opérant sur le nouveau composé. Désirant rechercher quelque caractère plus précis, je n'ai pas publié mes observations. Or, c'est un caractère de cet ordre qui résulte des études spectroscopiques de MM. Hautefeuille et Chappuis. En effet, mon savant confrère et ami, M. H. Sainte-Claire Deville, à qui j'avais communiqué mes observations, il y a quelque temps, ainsi qu'il vient de le rappeler devant l'Académie, nous apprend

qu'il a prié ces jeunes et habiles savants de répéter mon expérience : ce qu'ils ont fait avec succès; ils ont vérifié en outre dans le mélange décoloré l'existence des raies caractéristiques découvertes par eux. Je ne puis que témoigner ici combien je serai heureux de les voir poursuivre cette étude, dans laquelle ils obtiennent des résultats si remarquables. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les bromures et iodures de phosphore.* Note de M. J. OGIER, présentée par M. Berthelot.

« 1. *Iodures de phosphore.* — MM. Berthelot et Louguinine ont déterminé la chaleur de formation du triiodure de phosphore; j'ai déterminé celle du biiodure et cherché à constater par les méthodes thermiques si le phosphore et l'iode forment des combinaisons autres que PI^2 et PI^3.

» La synthèse du biiodure de phosphore a pu être réalisée dans le calorimètre en faisant agir le phosphore sur l'iode en présence d'une très petite quantité de sulfure de carbone. Le calcul ne comporte qu'une correction insignifiante relative à la quantité très faible d'iodure resté en dissolution dans le sulfure de carbone. J'ai trouvé ainsi que la réaction

P sol. + I^2 sol. = PI^2 sol. dégage	+ $9^{Cal},88$
P sol. + I^2 gaz. = PI^2 sol. dégage	+ $20^{Cal},08$

Pour contrôler cette méthode, j'ai fait de la même manière la synthèse du triiodure, et j'ai trouvé

P + I^3 sol. = PI^3 sol. dégage......................	+ $10^{Cal},9$
MM. Berthelot et Louguinine ont donné le nombre	+ $10^{Cal},5$

obtenu par la décomposition du triiodure en présence de la potasse.

» 2. Il résulte de ces mesures que l'addition de $1^{éq}$ d'iode au biiodure ne dégage que fort peu de chaleur (+ 1^{Cal} environ). On peut dès lors prévoir que les composés PI^4 et PI^5, s'ils prennent réellement naissance, doivent être formés avec des dégagements de chaleur presque nuls et par suite fort instables. J'ai essayé en effet de vérifier l'existence de ces corps en faisant réagir dans le calorimètre $1^{éq}$ de phosphore sur $4^{éq}$ et $5^{éq}$ d'iode : les quantités de chaleur dégagées ont été de très peu supérieures à celle qui correspond à la formation du triiodure (+ 11^{Cal}). Les combinaisons du phosphore avec des nombres croissants d'équivalents d'iode pourraient donc, sous ce rapport, être rapprochées des hydrates salins ou encore des amalgames alca-

lins (¹), corps dans lesquels l'union du métal ou du sel avec le premier équivalent de mercure ou d'eau dégage une quantité de chaleur considérable : quantité qui décroît très rapidement quand la proportion de mercure ou d'eau augmente, et qui finit par devenir sensiblement égale à la chaleur de solidification du mercure ou de l'eau, c'est-à-dire que les composés ultimes sont formés, depuis l'eau ou le mercure solides, avec des dégagements de chaleur sensiblement nuls. On peut encore comparer la stabilité relative des deux iodures de phosphore avec celle des combinaisons formées par l'iode avec l'iodure de potassium, par le brome avec le bromure de potassium.

» 3. J'ai tenté d'effectuer les mêmes déterminations en mélangeant des solutions titrées de phosphore et d'iode dans le sulfure de carbone et en employant ces solutions comme liquides calorimétriques. Dans ces conditions, les expériences sont beaucoup moins précises, en raison de la grande volatilité et de la faible chaleur spécifique du sulfure de carbone. Signalons cependant ce fait que l'addition de $2^{éq}$ d'iode à une solution sulfocarbonique de triiodure n'a donné lieu à aucune chaleur sensible.

» Ces essais m'ont conduit à mesurer les chaleurs de dissolution du phosphore, de l'iode et des iodures de phosphore dans le sulfure de carbone. J'ai trouvé :

$P(31^{gr}) + 68CS^2(38^{gr})$	absorbe	$-0,46$
$I(127^{gr}) + 68CS^2$	»	$-2,4$
$PI^3(412^{gr}) + 68CS^2$	»	$-3,3$

» La chaleur de dissolution du biiodure est positive et voisine de $+5^{Cal}$. Elle ne peut être déterminée avec précision, car, lorsqu'on dissout le biiodure dans le sulfure de carbone ou lorsqu'on mélange le phosphore et l'iode dissous dans les rapports de P à I^2, on voit le thermomètre suivre une marche lentement ascendante, ce qui rend impossible toute mesure. Le dissolvant semble donc agir chimiquement sur le biiodure et former avec lui une combinaison que j'ai vainement tenté d'isoler. On sait d'ailleurs que les solutions de PI^2 dans CS^2 s'altèrent rapidement à la lumière et laissent déposer une matière rouge orangé.

» 4. *Pentabromure de phosphore.* — Le pentabromure de phosphore peut être détruit par l'eau dans le calorimètre, selon la formule

$$PBr^5 + 5HO = PO^5 \text{diss.} + 5HBr \text{ diss.}$$

(¹) BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1338.

» Cette réaction, que j'ai vérifiée par des analyses, dégage $+114^{Cal},7$. On en tire aisément la chaleur de formation :

Premier cycle.		*Second cycle.*	
P + Br⁵ dégage.............	x	$P + O^5 +$ eau $= PO^5$ diss..	$+202^{Cal},7$ (T.)
$5(H+O) = 5HO$ liq.........	$+172^{Cal},5$	$5(H+Br)$+eau$=5HBr$ diss.	$+147,5$ (B.)
$5HO + PBr^5$...............	$+114,7$		

d'où

$P + Br^5$ liq. $= PBr^5$ sol. dégage...........		$+63^{Cal},0$
$+ Br^5$ gaz. $= PBr^5$ sol.	»	.... $+83,0$
$+ Br^5$ sol. $= PBr^5$ sol.	»	.... $+62,3$

» J'ai contrôlé ce résultat en effectuant la synthèse du pentabromure à partir du brome et du tribomure, dont MM. Berthelot et Louguinine ont mesuré la chaleur de formation par voie analytique. La réaction

$$PBr^3 + Br^2 \text{ liq. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots\ + 20^{Cal},3$$

ce qui donne pour PBr^5 le nombre $+62^{Cal},9$, concordant suffisamment avec le précédent.

» 5. *Oxybromure de phosphore.* — L'oxybromure de phosphore, préparé à l'état de pureté selon la méthode de M. E. Baudrimont ([1]), se détruit nettement par l'eau, d'après la réaction $PBr^3O^2 + 3HO = PO^5$ diss. $+ 3HBr$ diss. Cette décomposition dégage $+79^{Cal},7$, d'où

$$P + O^2 + \begin{cases} Br^3 \text{ liq.} = PBr^3O^2 \text{sol. dégage} \ldots\ldots\ldots & +108^{Cal},0 \\ Br^3 \text{ gaz.} = PBr^3O^2 \text{sol. dégage} \ldots\ldots\ldots & +120^{Cal},0 \end{cases}$$

» 6. Résumons ici les données thermiques relatives aux combinaisons du phosphore avec les corps halogènes gazeux; les nombres relatifs aux chlorures, au tribomure et au triiodure de phosphore sont dus à MM. Berthelot et Louguinine.

$P + Cl^3$ gaz. $= PCl^3$ liq..	$+75^{Cal},8$	$P + Br^3$ gaz. $= PBr^3$ liq.	$+54^{Cal},6$	$P + I^2$ gaz. $= PI^2$ sol....	$+20^{Cal},68$
$P + Cl^5$ gaz. $= PCl^5$ sol..	$+107,8$	$P + Br^5$ gaz. $= PBr^5$ sol..	$+83,0$	$P + I^3$ gaz. $= PI^3$ sol....	$+27,1$
$PCl^3 + Cl^2 = PCl^5$ sol...	$+32,0$	$PBr^3 + Br^2$ gaz. $= PBr^5$ sol.	$+28,4$		
$P + Cl^3 + O^2 = PCl^3O^2$ liq.	$+142,4$	$P + Br^3 + O^2 = PBr^3O^2$ sol.	$+120,0$		
$PCl^3 + O^2 = PCl^3O^2$ liq..	$+66,6$	$PBr^3 + O^2 = PBr^3O^2$ sol.	$+65,4$		

» On remarquera entre les combinaisons de l'iode et celles du chlore ou

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. II, p. 53.

du brome cette différence saillante et digne d'intérêt : l'addition de nouveaux équivalents de brome et de chlore au tribromure et au trichlorure est accompagnée d'un dégagement considérable ($+ 28^{Cal},4$ et $+ 32^{Cal},0$) et de même ordre de grandeur dans les deux cas. De même, la fixation de O^2 sur PBr^3 et PCl^3 donne lieu à un effet thermique presque égal ($+65^{Cal},4$, $+66^{Cal},6$). Rien de semblable n'a lieu avec les composés iodés : les additions successives d'iode ne produisent que des dégagements sensiblement nuls ([1]). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Arrêt rapide des contractions rythmiques des ventricules cardiaques sous l'influence de l'occlusion des artères coronaires.* Note de MM. **G. Sée**, **Bochefontaine** et **Roussy** ([2]), présentée par M. Vulpian.

« P. Chirac est le premier qui ait produit expérimentalement l'obstruction des artères coronaires, et il rapporte ainsi le résultat de cet arrêt de la circulation propre du cœur :

« Sed in cane ligata arteria coronaria, et intercepto penitus motu trusionis, non protinus deficit cordis motus; quin etiam perseverat ad septuaginta usque horæ minuta et ultra ([3]). »

» Plus tard, en 1842, Erichsen renouvelait les expériences de Chirac sur le chien, et il observait que la ligature des artères coronaires détermine le ralentissement progressif des pulsations du cœur, puis l'arrêt de ces mouvements, tantôt au bout de vingt et une minutes, tantôt après trois minutes seulement. Ses recherches le conduisent à conclure que les contractions du cœur disparaissent dans l'ordre suivant, lorsque la ligature porte sur l'artère coronaire antérieure (gauche): dans le ventricule gauche d'abord, puis dans l'oreillette droite, dans l'oreillette gauche ensuite, et enfin dans le ventricule droit.

» M. Schiff avance que la ligature d'une artère coronaire produit *immédiatement* la paralysie de la région cardiaque qu'elle arrose, alors que les parties environnantes conservent leur rythme habituel.

» Enfin M. Vulpian a pensé que les troubles cardiaques peuvent varier selon que l'oblitération des artères coronaires « est complète ou incom- » plète et selon qu'elle porte sur une seule artère ou sur les deux » ([4]).

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

([2]) Travail du laboratoire de Clinique de l'Hôtel-Dieu.

([3]) P. Chirac, *De motu cordis, adversaria analytica*, 1698, p. 121.

([4]) Vulpian, *L'École de Médecine*, 1876, p. 219.

» Ces résultats sont loin de concorder entre eux. Encore ne prenons-nous en considération que les phénomènes observés chez le chien, afin de ne pas compliquer la question en confondant avec eux d'autres effets constatés chez le lapin : ce qu'ont fait notamment Erichsen, de Bezold, M. Panum, M. Samuelson. Aussi nous avons pensé qu'il était utile d'étudier ce point de Physiologie dans de nouvelles expériences.

» Nous avons opéré sur des chiens engourdis par le curare, endormis avec la morphine, le chloral, le chloral et la morphine réunis, ou qui avaient reçu de la daturine pendant la curarisation. La respiration artificielle étant convenablement établie, nous avons observé les résultats suivants, que nous donnons seulement sous forme de court résumé.

» L'oblitération des artères coronaires porte tout d'abord sur l'origine de ces deux vaisseaux. L'un et l'autre étant pris sur un fil, alors que le cœur bat régulièrement et normalement, on lie vivement l'artère coronaire antérieure, puis, aussitôt après, la coronaire postérieure. Au bout d'un temps qui varie entre une et deux minutes, les contractions ventriculaires rythmiques, un peu ralenties, cessent brusquement et sont remplacées par un mouvement de trémulation désordonnée, plus ou moins violente, des faisceaux musculaires des ventricules, analogue à celle que MM. Panum, Ludwig, Mayer, Vulpian et autres ont vu succéder à la faradisation des ventricules du cœur, et plus intense dans le ventricule droit. Aussitôt les deux ventricules se gonflent, les oreillettes continuant à les remplir de sang, et le pouls artériel disparaît.

» La circulation générale est pour toujours arrêtée.

» Il n'est pas nécessaire de ligaturer les deux artères coronaires à leur origine aortique, c'est-à-dire d'empêcher l'abord du sang dans tout le muscle cardiaque, pour déterminer cet arrêt des contractions efficaces du cœur. Sur un de nos animaux on lie l'artère coronaire postérieure, puis deux rameaux principaux de la coronaire antérieure (tronc auriculaire et tronc ventriculaire), en laissant libre le rameau qui pénètre dans la cloison interventriculaire.

» Le même temps suffit encore pour que les pulsations ventriculaires s'affaiblissent un peu, puis cessent tout à coup en faisant place aux contractions désordonnées des ventricules, tandis que les oreillettes un instant hésitantes reprennent leurs battements rythmiques, qui disparaissent beaucoup plus tard en s'atténuant progressivement, comme on l'observe d'ordinaire.

» Au lieu de lier ou de pincer la coronaire droite (postérieure) près de

son embouchure aortique et deux troncs principaux de la coronaire gauche, on se contente de nouer un fil sur un rameau ventriculaire de la coronaire antérieure, à la surface du ventricule gauche, puis de faire promptement la même opération sur un rameau homologue de la coronaire postérieure sur le ventricule droit.

» Les mêmes phénomènes se produisent exactement et dans un ordre semblable.

» La scène est pareille lorsque l'artère coronaire antérieure seule tout entière ou deux de ses troncs principaux sont étreints dans une ligature ou entre les mors d'une pince.

» Les phénomènes d'arrêt et de convulsions se sont manifestés dans une expérience six minutes après l'occlusion de l'artère coronaire postérieure seule. Dans une autre expérience, la ligature de cette artère seule est demeurée environ cinq minutes sans produire d'effet appréciable. On a alors lié la coronaire antérieure et presque aussitôt sont apparues les convulsions désordonnées des ventricules cardiaques. Il faudrait donc admettre que l'oblitération de l'artère coronaire droite détermine l'arrêt du cœur un peu moins rapidement que la ligature de la coronaire gauche.

» La section des nerfs vago-sympathiques au cou ne modifie pas ces phénomènes. Les excitations faradiques du bout thoracique de ce nerf sont impuissantes contre eux. Il en est de même de la faradisation du ganglion premier thoracique, qui n'a pas eu plus de succès, alors qu'elle provoquait dans les auricules des contractions rapides et des plus énergiques.

» La conclusion qui découle de ces faits est que l'arrêt de la circulation propre du cœur, par oblitération des artères coronaires, modifie la contractilité des fibres musculaires du cœur de telle façon qu'elles deviennent incapables de se contracter d'une manière rythmique, avec leur ensemble habituel. Les fibres ventriculaires se trouvent alors dans des conditions analogues à celles qu'elles subissent sous l'influence des courants faradiques.

» On pourrait cependant objecter à cette conclusion que l'état des ventricules cardiaques est dû à l'excitation de filets nerveux périvasculaires, laquelle, après s'être réfléchie dans le système ganglionnaire intra-cardiaque, irait troubler l'équilibre normal des faisceaux ventriculaires et s'opposerait à leur fonctionnement rythmé et d'ensemble. Bien que cette objection n'ait qu'une valeur très hypothétique, nous avons voulu y répondre expérimentalement.

» Par un procédé analogue à celui que M. Vulpian emploie pour pro-

duire des embolies dans l'extrémité postérieure de la moelle, nous avons injecté par un rameau de l'artère coronaire antérieure, vers l'aorte, de l'eau chargée de spores de lycopode. Au fur et à mesure de l'injection, le flux systolique chassait les spores de lycopode dans toutes les parties du cœur.

» Une minute et demie à deux minutes après le commencement de l'injection, alors que l'on avait introduit environ 2^{cc} de l'eau chargée de spores de lycopode, les ventricules ont pâli; on a cessé l'injection, et au même moment les trémulations caractéristiques de l'occlusion des coronaires se sont produites. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'application de l'examen anatomique du sang au diagnostic des maladies.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Vulpian.

« Les caractères que j'ai assignés au sang dans les phlegmasies (*voir* Notes des 15 et 22 mars 1880) sont-ils pathognomoniques, et, par suite, est-il possible de les utiliser lorsque le diagnostic des maladies présente une certaine difficulté?

» Après avoir étudié le sang dans les cas morbides les plus divers, je crois être en mesure de répondre à cette question. Afin de permettre aux médecins de multiplier ces observations et de vérifier les résultats qui vont être énoncés, j'indiquerai tout d'abord les principaux procédés que j'ai mis en usage.

1° *Examen du sang pur, en couche mince, d'une épaisseur constante.* — Cet examen se pratique à l'aide d'une cellule construite de la manière suivante. Dans une lame de verre épaisse et bien plane, on isole un petit disque de $0^{m},004$ de diamètre environ en creusant autour de lui une rigole circulaire. La lame ainsi préparée est recouverte d'une couche d'argent, qu'on enlève ensuite exclusivement sur la surface du petit disque. En déposant une très petite goutte de sang sur ce disque et en recouvrant cette goutte à l'aide d'une lamelle mince, bien plane, on obtient une couche de sang d'une épaisseur uniforme et toujours la même. Cette épaisseur est convenable lorsque les globules rouges peuvent se placer facilement de champ. Il suffit de faire pénétrer un peu de salive sous la partie de la lamelle qui porte sur la partie externe et argentée de la rigole, pour empêcher l'évaporation pendant le temps nécessaire à l'examen.

» Cette petite cellule sert à faire l'étude comparative du processus de

coagulation dans les maladies. Une série de dessins exécutés avec du sang normal et du sang pris sur des individus atteints de maladies bien définies fournit des types de comparaison.

2° *Examen du sang dilué à l'aide d'un réactif particulier.* — Lorsqu'on mélange un peu de sang avec le liquide suivant : eau distillée, 200^{gr}; chlorure de sodium pur, 1^{gr}; sulfate de soude pur, 5^{gr}; bichlorure de mercure pur, $0^{gr},50$, et que l'on agite le mélange avec soin, les éléments du sang sont fixés par le réactif; au microscope, on les voit tous isolés les uns des autres tant que la fibrine n'est pas altérée; seuls, les hématoblastes rétractés forment de petits groupes disséminés, distincts des autres éléments.

» Dès que la fibrine est surabondante ou modifiée dans ses qualités, il se forme dans le mélange sanguin de petits grumeaux qui peuvent être distingués en deux variétés. Les grumeaux de la première variété ont déjà été décrits dans la Note du 22 mars. On les rencontre toutes les fois que le réticulum fibrineux du sang pur et coagulé est épaissi et que la proportion de fibrine est augmentée. En faisant le mélange du sang et du réactif en proportion définie, et en déposant, après agitation, une goutte de ce mélange dans une cellule de hauteur connue, comme pour effectuer la numération des globules, on constate que ces amas sont d'autant plus étendus et nombreux que l'augmentation de la fibrine est accentuée.

» Les amas ou grumeaux de la seconde variété sont constitués par des hématoblastes englués dans une substance finement granuleuse, peu adhésive, ne retenant autour d'elle qu'un petit nombre de globules blancs et d'hématies. Ils se forment dans des cas où le réticulum fibrineux du sang pur n'est pas épaissi et ils indiquent surtout une modification qualitative de la fibrine.

» Ces deux procédés d'examen mettent en évidence les plus légères altérations de la fibrine. En se complétant l'un par l'autre, ils constituent un essai à la fois quantitatif et qualitatif de cette substance.

» La cellule précédemment décrite pourrait, de plus, servir à calculer très exactement le temps que met le sang à se coaguler après sa sortie des vaisseaux. Il suffirait, pour obtenir sur ce point des données rigoureuses, d'opérer dans un milieu à température constante et connue.

» Relativement à la question qui nous occupe, voici les principaux résultats de mes observations :

» Le sang parfaitement normal, étalé en couche mince dans la cellule, est parcouru, au moment où il se coagule, par un réseau à filaments si ténus, que ce réseau ou réticulum reste invisible. On voit simplement partir

des hématoblastes isolés ou groupés quelques traînées filamenteuses qui se perdent en s'effilant à une petite distance de ces corpuscules.

» L'apparition, au moment de la coagulation du sang, d'un réticulum à fibrilles épaissies et très visibles indique l'existence d'une lésion inflammatoire. La formation de grumeaux de la première variété, lorsqu'on mélange un peu de sang au réactif précédemment indiqué, a la même signification. En conséquence, je propose de désigner ces grumeaux, vus au microscope, sous le nom de *plaques phlegmasiques*.

» La modification dans le processus de coagulation révélé par ces deux procédés d'examen est sans rapport apparent avec la nature de la lésion; elle dépend uniquement de l'étendue et de l'intensité de l'inflammation et peut être considérée comme un des caractères anatomiques du processus inflammatoire.

» Les pyrexies ne s'accompagnent d'aucune modification appréciable de la fibrine, de sorte que, au début d'une maladie aiguë avec fièvre, l'absence des caractères phlegmasiques du sang permet d'éliminer l'hypothèse d'une maladie inflammatoire (phlegmasie franche ou symptomatique).

» Lorsque les pyrexies comptent au nombre de leurs manifestations des lésions inflammatoires, ou bien lorsqu'elles se compliquent, à un moment quelconque de leur évolution, d'une inflammation, on voit apparaître immédiatement dans le sang les caractères propres aux phlegmasies; mais, à moins de complications précoces et franchement inflammatoires, ces caractères restent sensiblement moins accusés que dans une phlegmasie franche.

» Dans la variole, ils ne se dessinent qu'au moment de la fièvre de suppuration.

» Dans la rougeole et dans la scarlatine, la fibrine n'augmente dans le sang qu'au moment de la desquamation, et l'on peut alors constater, mais d'une manière très passagère, les caractères très atténués du sang phlegmasique.

» De même, dans la fièvre typhoïde et dans la fièvre intermittente, le sang ne présente des caractères phlegmasiques que lorsqu'il existe une complication inflammatoire.

» Lorsque les états cachectiques ne sont pas le résultat d'une maladie chronique entraînant des lésions inflammatoires, le réticulum du sang pur reste, en général, invisible ou très peu accusé, malgré l'abondance souvent insolite des hématoblastes. L'examen pratiqué à l'aide du réactif formulé plus haut prouve cependant que la fibrine est altérée. Souvent, en effet, surtout dans les cachexies avancées, on remarque, dans les préparations,

des amas de la seconde variété, que je désigne sous le nom de *plaques cachectiques*.

» Il est fréquent de reconnaître dans le sang des malades des caractères mixtes, résultant d'une altération à la fois quantitative et qualitative de la fibrine. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la quantité de lumière nécessaire pour percevoir la couleur d'objets de différentes surfaces.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. A. Vulpian.

« J'ai voulu rechercher si, comme je l'ai indiqué pour la perception de la lumière (13 décembre 1880), la perception des couleurs subissait des variations suivant l'étendue de la partie rétinienne excitée. J'ai donc, d'après la même méthode expérimentale que précédemment, présenté à l'œil, placé dans l'obscurité à une distance constante de l'objet (0^{m}, 20), des surfaces colorées d'étendue variable; ces surfaces, de forme carrée, avaient 0^{mm},7, 0^{mm},95, 1^{mm},6, 2^{mm}, 3^{mm}, 5^{mm}, 12^{mm} de côté; elles étaient colorées par transmission de la lumière d'une lampe Carcel à travers un ou plusieurs verres convenablement choisis. La pureté de la couleur importe peu; cependant je me suis efforcé d'obtenir pour chaque couleur des rayons appartenant à une seule région du spectre; cela m'a été facile pour le rouge et pour le vert; pour le bleu j'ai pu y arriver en superposant un verre coloré au cobalt et un verre coloré par l'oxyde de cuivre, le premier ne laissant passer, sous une épaisseur suffisante, que les rayons bleus et rouges et interceptant les rayons verts, le second ne laissant passer que les bleus et les verts et interceptant les rouges; le bleu résultant de cette superposition est très suffisamment pur. Quant à la couleur jaune, je n'ai pas pu la produire seule, et j'ai dû me contenter d'un verre laissant passer avec le jaune tous les autres rayons du spectre, quoique faisant à l'œil une impression de jaune très franche. Telles sont les quatre couleurs que j'ai expérimentées. J'évaluais chaque fois, à l'aide de mon appareil graduateur déjà connu, la quantité de lumière ou plutôt l'*éclairement* minimum nécessaire pour provoquer la distinction nette de la couleur présentée.

» J'ai trouvé ainsi que pour les petites surfaces ayant 2^{mm} de côté *et moins* (images rétiniennes de $\frac{176}{1000}$ de millimètre et au-dessous) l'éclairement devait être plus grand à mesure que la surface diminuait, tandis qu'au-

dessus de ces dimensions l'influence de la surface, quoique réelle et de même nature, était presque négligeable.

» Voilà évidemment un fait à rapprocher de celui que j'ai trouvé pour la sensation de lumière, mais il en diffère sous le rapport suivant : il n'y a plus, comme pour celle-ci, proportionnalité inverse entre l'éclairement minimum et la surface rétinienne excitée (dans l'étendue de la *fovea centralis*); l'éclairement minimum *diminue beaucoup plus vite que la surface n'augmente*.

» Impuissant tout d'abord à trouver la raison de cette différence, j'arrivai à réfléchir que, si j'évaluais dans ces expériences la quantité de lumière nécessaire à la perception de la couleur, je comprenais dans cette quantité celle qui sert à produire la sensation lumineuse primitive : j'ai montré, en effet, que l'action de la lumière sur l'œil est double et excite toujours la sensibilité lumineuse et, seulement à un degré plus élevé, la sensibilité chromatique, fonction plus spéciale. Pour apprécier la sensibilité chromatique, on doit évidemment retrancher de la quantité de lumière totale qui provoque la sensation de couleur celle qui a d'abord servi à provoquer la sensation de lumière primitive. Il serait trop long de dire par quel artifice expérimental j'y suis arrivé avec sûreté; il suffit de savoir que les expériences dirigées dans ce sens ont donné le résultat suivant. Pour des surfaces rétiniennes ayant de $\frac{88}{1000}$ à $\frac{440}{1000}$ de millimètre de côté, l'éclairement nécessaire pour produire la perception de la couleur, une fois la sensation lumineuse obtenue, *a été le même* pour chaque couleur donnée. On peut donc dire que pour les couleurs que j'ai expérimentées, rouge, jaune, vert et bleu (et à l'aide de celles-ci on peut former toutes les autres), *la sensibilité chromatique est indépendante de la surface rétinienne excitée*.

» Cette conclusion est rigoureuse dans les limites assez larges de l'expérience, mais rien ne dit qu'il en soit de même pour les surfaces d'un diamètre inférieur à $0^{m},088$. Il est bon de dire que, quand on atteint ces limites de petitesse, l'expérience devient fort difficile, surtout parce que l'œil se dirige mal dans l'obscurité et est sujet à des erreurs de position très curieuses, sur lesquelles je reviendrai ultérieurement. C'est surtout pour cela que je n'ai pas poussé l'expérience plus loin.

» Il est essentiel de faire toutes ces recherches avec un œil adapté constamment à la même lumière, ce qui est facile à réaliser si, après chaque essai, on maintient l'œil ouvert pendant un temps suffisant au sein d'un éclairage ambiant toujours le même.

» Il convient de noter un point intéressant des expériences précédentes :

c'est que la perception du bleu exige une quantité de lumière *bien plus considérable* que celle des autres couleurs, qui ne diffèrent pas beaucoup entre elles sous ce rapport. Cela revient au fait que j'ai signalé dans un travail précédent [*De la vision avec les diverses parties de la rétine* (*Archives de Physiologie*, novembre 1877)], où je démontrais que pour le point de fixation la distinction du bleu était notablement inférieure à ce qu'elle est sur les bords de la tache jaune; le contraire a lieu pour le rouge, le jaune et le vert. J'ai observé depuis que, si l'on regarde un spectre solaire dont on puisse voir en même temps toute l'étendue, comme à l'aide du petit spectroscope de Duboscq, il existe vis-à-vis du point de fixation un scotome paraissant sous la forme d'une petite tache presque grise dans la moitié la plus réfrangible du spectre, c'est-à-dire dans le violet, l'indigo, le bleu et le vert bleu; ce scotome est le plus appréciable quand on promène le regard d'une extrémité à l'autre du spectre. Donders a signalé récemment des faits semblables. On peut sans doute les expliquer par la présence du pigment jaune brunâtre existant dans la tache jaune, pigment qui intercepterait en grande quantité les rayons lumineux les plus réfrangibles. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence exercée par le milieu sur la forme, la structure et le mode de reproduction de l'*Isoetes lacustris. Note de M. E. Mer, présentée par M. P. Duchartre.

« Un examen attentif des conditions dans lesquelles prennent naissance les diverses formes d'*Isoetes lacustris*, dans le lac de Longemer, m'a fait voir que ces formes sont dues à la nature du sol et à l'état plus ou moins serré dans lequel végètent ces plantes.

» Le lit du lac de Longemer, autrefois occupé par un glacier, présente différentes natures de terrain; limoneux à partir d'une profondeur de 2^m à 3^m, il est formé d'un gravier à éléments grossiers reliés par un ciment ferrugineux dans certains bas-fonds, débris d'anciennes moraines, où, par suite du voisinage de la surface, le courant se fait encore trop sentir pour permettre au limon de se déposer et de s'accumuler; sur d'autres points on remarque des deltas de torrents qui se jetaient autrefois dans le lac; ils sont formés d'un sable blanc, assez ténu; enfin, sur les bords, le sol est constitué par un gravier mélangé de limon, provenant de la décomposition des plantes du rivage ou de débris rejetés par les eaux. Dans ces diverses stations on trouve des *Isoetes*, mais différant notablement entre eux par leur

aspect, leur structure et leur mode de reproduction. On peut y distinguer les variétés suivantes, basées sur la longueur des feuilles :

» 1° Var. *humilis*. — Habite les bas-fonds graveleux et stériles, où elle est très clair-semée. Feuilles peu nombreuses et de dimensions toujours exiguës (0^m, 02 à 0^m,03). Sporange faisant le plus souvent défaut ou n'étant représenté que par un petit amas cellulaire, qui rarement arrive à former un propagule pourvu de feuilles chétives.

» 2° Var. *stricta*. — Se rencontre sur les bords ou dans les anciennes alluvions, dans des sols par conséquent moins arides que les précédents. Feuilles plus nombreuses, rigides, mais ne dépassant guère 0^m,08.

» 3° Var. *intermedia*. — Se trouve dans les terrains formés d'un mélange de sable et de limon, soit sur les bords, soit à des profondeurs moyennes (1^m à 2^m). Feuilles de dimensions intermédiaires entre celles de la variété précédente et celles de la suivante.

» 4° Var. *elatior*. — Habite les fonds limoneux. Feuilles atteignant jusqu'à 0^m,30 de long.

» A l'exception de la première variété, qui vit toujours isolée, chacune des autres affecte, suivant l'état plus ou moins serré dans lequel elle végète, trois formes différentes, caractérisées surtout par le mode de reproduction.

» 1° Forme *sporifera*. — Individus croissant isolément. Feuilles nombreuses, rigides, écartées les unes des autres, dilatées à la base. Bien que quelques-unes soient stériles et que d'autres portent des propagules, la plupart sont munies de sporanges bien développés. Tige volumineuse, atteignant parfois 0^m,04 de diamètre. Racines fortes et nombreuses.

» 2° Forme *gemmifera*. — Se rencontre dans les massifs formés d'individus clair-semés ou sur le bord des massifs touffus. Peu de sporanges fertiles. La plupart des feuilles sont munies de propagules portant eux-mêmes un grand nombre de feuilles généralement droites. Tige assez volumineuse.

» 3° Forme *sterilis*. — Individus croissant en massifs compactes. Tige et racines grêles. Feuilles peu nombreuses, longues et étroites. Très peu de sporanges fertiles. Ces organes sont représentés le plus souvent par de petits amas cellulaires parfois transformés en propagules portant seulement quelques feuilles, assez souvent repliées sur elles-mêmes.

» Cet état serré exerce sur les *Isoetes* une double influence : chaque individu ne trouve dans le sol qu'une nourriture insuffisante; en outre, les feuilles, pressées les unes contre les autres, reçoivent peu de lumière jusqu'à une certaine hauteur; aussi la partie supérieure seule est-elle verte. Mais, si elles sont étiolées, ce n'est pas, ainsi qu'on serait tenté de le croire, parce que la profondeur à laquelle elles se trouvent a pour conséquence de diminuer l'intensité de la lumière. Ce qui le prouve, c'est que, dans l'espace compris entre deux massifs voisins, il n'est pas rare de rencontrer à la même profondeur que ces derniers, enracinés dans le même limon,

des individus isolés appartenant à la forme *sporifera*, ne présentant aucun caractère d'étiolement, tandis que ces caractères se retrouvent chez ceux qui croissent dans la vase, même sous une couche d'eau atteignant à peine quelques centimètres d'épaisseur.

» D'après ce qui précède, on voit que la diversité d'aspect et de structure des *I. lacustris* est due plus ou moins directement à des différences dans la nutrition. C'est lorsque cette nutrition s'exerce le plus activement, ce qui a lieu pour la forme *sporifera* de la variété *elatior*, que les individus sont le plus vigoureux et que la reproduction par spores est le mieux assurée. Quand au contraire la nutrition est peu active, soit parce que le sol est aride, soit parce que, dans un sol riche, les plantes sont trop nombreuses, les formes n'acquièrent plus que de faibles dimensions ou bien s'étiolent; la reproduction est alors compromise ou ne s'effectue plus que par bulbilles (¹).

» L'influence de la nutrition sur le mode de reproduction est tellement manifeste, que, lorsque les pieds isolés appartenant à la variété *stricta* se trouvent dans un sol trop peu nutritif, ils portent un grand nombre de feuilles à bulbille mélangées à des feuilles à sporange. Cet effet se fait aussi sentir sur le rapport entre le nombre des feuilles à macrosporange et des feuilles à microsporange. Ce rapport est bien plus grand chez les individus vigoureux. C'est ainsi qu'il n'est pas rare de trouver en automne, sur ceux qui appartiennent à la forme *sporifera* de la variété *elatior*, quarante feuilles à macrosporange et dix seulement à microsporange; sur quelques-uns, on ne rencontre même que des macrosporanges.

» L'*I. echinospora*, ayant des conditions d'existence beaucoup moins variées, présente aussi une moins grande diversité de formes. Il vit en général isolé, soit dans le sable, où ses dimensions sont alors plus réduites, soit dans le sable mélangé de limon; mais je ne l'ai jamais rencontré ni en massif ni dans des sols franchement limoneux. Sa reproduction semble toujours s'opérer à l'aide de sporanges. Du moins je n'y ai pas encore rencontré des feuilles à propagule. Les individus de petite taille croissant

(¹) Il y a lieu également, dans ce dernier cas, de tenir compte de l'obstacle que les feuilles rencontrent à leur libre développement, surtout à la base, par suite de la compression qu'elles exercent les unes sur les autres, ce qui les empêche de s'accroître suffisamment en largeur pour permettre au sporange de se former. La reproduction par gemmes est de beaucoup plus abondante dans le lac de Longemer que la reproduction par spores, les formes *sterilis* et *gemmifera* y constituant des tapis de plusieurs hectares.

dans le sable pur m'ont paru avoir relativement plus de feuilles à microsporange que ceux qui végètent dans le limon. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la conservation des grains par l'ensilage.* Note de M. A. **Müntz.** (Extrait par l'auteur.)

« La conservation des grains par l'ensilage est une pratique qui remonte à la plus haute antiquité; les peuples primitifs y avaient recours pour faire, pendant les années d'abondance, des réserves pour les années de disette. Les procédés employés étaient très élémentaires; des cavités creusées dans le sol, ou des réservoirs en maçonnerie ou en poterie, eux-mêmes enfouis dans le sol, atteignaient le but qu'on se proposait. Cette pratique a cependant été limitée aux contrées chaudes, où les récoltes peuvent se faire dans des conditions de sécheresse très favorables, où le sol et l'air sont eux-mêmes à un degré de siccité très grand. Dans ces conditions, la conservation est satisfaisante, et l'on retrouve, encore de nos jours, des silos des Arabes, remontant à des siècles, et où le grain est parfaitement conservé. Dans les pays froids ou tempérés, le problème est plus difficile à résoudre ; les grains récoltés ne présentent pas toujours un degré de sécheresse favorable à la conservation; le sol et l'atmosphère sont fréquemment humides, et les procédés si simples, qui réussissent sous des climats plus favorisés, ne donnent plus que des résultats médiocres.

» La conservation des grains qui servent à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques répond, à l'heure qu'il est, à un besoin impérieux; on a cherché à réaliser, sous nos climats, une méthode de conservation qui permît d'emmagasiner, pendant un temps d'une certaine durée, des quantités considérables de denrées alimentaires ; des efforts très grands ont été faits dans cette direction, et le nom de Doyère doit être cité parmi ceux qui ont fait avancer le plus cette question. Doyère a préconisé la construction des silos à parois métalliques, enfouis dans le sol, et présentant ainsi les températures peu élevées et constantes des caves. Des difficultés de manutention ont fait renoncer presque complètement à ce système d'ensilage. Aujourd'hui, les grandes industries qui emploient des graines alimentaires ont adopté un système qui consiste dans l'emploi de grands réservoirs en tôle, placés dans des bâtiments spéciaux ; ils se chargent par la partie supérieure et se vident par la partie inférieure.

» Nous ne parlerons pas ici des réservoirs avec circulation d'air, ni de ceux dans lesquels on opère un transvasement fréquent des grains; ils ne

constituent, en somme, que des greniers plus commodes, et l'action de l'air s'y manifeste comme dans l'emmagasinage en tas. Nous nous occuperons plus spécialement de l'ensilage proprement dit, c'est-à-dire de la conservation dans des réservoirs fermés, à l'abri des agents atmosphériques.

» Nous avons étudié, depuis près de trois ans, les phénomènes qui se produisent dans les masses de grains contenues dans les vastes silos de la Compagnie des Omnibus; nous avons étudié comparativement, dans le laboratoire, l'influence qu'exercent, sur la conservation, les conditions diverses dans lesquelles le grain se trouve placé; c'est de ces dernières observations que nous rendons compte aujourd'hui.

» On sait que les grains placés à l'air absorbent l'oxygène et dégagent de l'acide carbonique, et que, soustraits à l'action de l'air, ils dégagent de l'acide carbonique sous l'influence de la fermentation intracellulaire, mise en lumière par M. Pasteur. Dans l'un ou l'autre cas, la proportion d'acide carbonique formé peut servir de mesure à toutes les causes d'altération ou de déperdition. En effet, la déperdition normale en substances carbonées, la germination, l'envahissement par les organismes inférieurs (moisissures, etc.), sont autant de phénomènes qui se traduisent par une production d'acide carbonique.

» *Influence comparée de l'air libre et de l'air confiné.* — Des lots de mêmes graines ont été placés, à des températures identiques, dans de l'air renouvelé et en vases clos; on a trouvé, en moyenne, qu'à l'air libre il se forme environ dix fois plus d'acide carbonique qu'en vase clos. La rapidité du renouvellement de l'air exerce une action; dans les greniers très aérés, la déperdition se trouve donc exagérée.

» *Fixation de l'oxygène sur la graine.* — Le volume d'acide carbonique formé au contact de l'air est toujours inférieur au volume d'oxygène absorbé; il y a donc une combustion secondaire et incomplète, analogue à celle qui se produit pendant la germination des graines oléagineuses. Cet oxygène est principalement fixé par les matières grasses. En vase clos, l'oxygène est absorbé intégralement au bout d'un temps assez court.

» *Influence de l'humidité de la graine.* — Les graines contiennent normalement des quantités d'eau qui varient entre 11 et 19 pour 100; les graines très sèches ne produisent que de faibles quantités d'acide carbonique. Cette circonstance, cependant, peut devenir nuisible à leur conservation, puisque, n'ayant plus autour d'elles une atmosphère asphyxiante, elles pourraient être ravagées par les insectes. Mais la proportion d'acide carbonique augmente rapidement avec le degré hygrométrique, et, au delà

de 13 à 14 pour 100 d'humidité, la production de ce gaz suit une progression énorme.

» *Influence de la température.* — Les proportions d'acide carbonique formé croissent très rapidement avec la température, jusque vers 50°, limite habituelle des phénomènes de la vie. A ce moment, il y a un arrêt; mais, en continuant à élever la température, la combustion s'accentue de nouveau et avec une grande énergie. Il y a donc deux phénomènes de combustion distincts : l'un, d'ordre physiologique, qui correspond à une véritable respiration; l'autre d'ordre purement chimique.

» *Influence des anesthésiques.* — Les anesthésiques qu'on a quelquefois employés dans la pratique de l'ensilage, tels que le sulfure de carbone, par exemple, diminuent, sans l'arrêter, la formation d'acide carbonique; là encore, la combustion d'ordre chimique continue à se manifester.

» En appliquant nos déterminations numériques aux phénomènes qui se produisent dans la pratique, on arrive à expliquer les avantages que présente l'ensilage fait dans de bonnes conditions, en même temps que les insuccès trop fréquents que l'on constate dans l'application. »

MÉDECINE. — *Sur un moyen simple de ramener à la vie les nouveau-nés en état de mort apparente.* Note de M. GOYARD, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« Dans une Note publiée en 1872, dans les *Comptes rendus*, M. Gustave Le Bon indiquait, comme moyen certain de ramener à la vie les jeunes animaux asphyxiés, de les plonger dans un bain d'eau chauffée graduellement de 38° à 48°. L'emploi de ce procédé n'avait pas attiré suffisamment l'attention des praticiens. J'ai eu l'occasion d'en faire récemment usage avec un plein succès.

» Il s'agissait d'une femme primipare, atteinte d'éclampsie. L'accouchement nécessita l'emploi du forceps. Lorsque l'enfant put être extrait, *les battements du cœur avaient entièrement cessé.* Avec le concours de MM. les Drs Delarue et Faurie de Boisse, je soumis le nouveau-né, *pendant près de deux heures,* à tous les moyens usités en pareil cas : frictions avec un linge chaud, respiration artificielle, électricité, etc. Aucun signe de vie ne s'étant manifesté et l'enfant étant complètement refroidi, nous le considérions comme un cadavre et allions nous retirer, lorsque le moyen indiqué par M. le Dr Gustave Le Bon me revint à l'esprit. La situation étant désespérée, tout pouvait être essayé. Je fis chauffer de l'eau, que je fis maintenir de 45° à 50°, et j'y plongeai l'enfant jusqu'au cou. A notre extrême étonne-

ment, il ne s'était pas écoulé trente secondes, qu'un premier mouvement inspiratoire, bientôt suivi de plusieurs autres, se manifesta. Au bout de cinq minutes, l'enfant était plein de vie.

» Le Dr Gustave Le Bon avait été conduit à expérimenter ce moyen sur des animaux asphyxiés, en considérant que le plus redoutable des accidents consécutifs à l'asphyxie, et celui dont on se préoccupe pourtant le moins, bien qu'il suffise à déterminer la mort même quand l'individu revient momentanément à la vie, est le refroidissement du sang. Je suis plutôt tenté d'attribuer l'action si prodigieusement rapide d'une température élevée à l'excitation des nerfs périphériques de la peau, d'où résulte une influence sur le bulbe et une action réflexe consécutive.

» Quoi qu'il en soit, j'ai cru rendre service aux médecins en appelant leur attention sur cette méthode. Les cas de dystocie, où l'enfant vient au monde en état de mort apparente et ne peut être ramené à la vie par les méthodes actuelles, sont malheureusement fort nombreux : l'occasion de l'appliquer sera par conséquent très fréquente. »

M. **P.-H. Boutigny** appelle l'attention de l'Académie sur ce fait, constaté par lui, que de l'eau bouillante projetée sur une surface incandescente descend instantanément à la température de 97°.

Suivant M. Boutigny, ce refroidissement ne peut être attribué qu'au travail dépensé pour la production de l'état sphéroïdal. Il voudrait que l'on pût rechercher si, en faisant repasser l'eau à l'état liquide ordinaire, on la ramènerait à sa température d'ébullition normale.

M. **Trève** adresse, par l'entremise de M. Desains, une Note sur les différences d'aspect que présente un objet linéaire, observé au travers d'une fente fine, suivant que cet objet est parallèle ou perpendiculaire à la fente. L'auteur se réserve de revenir, dans une Note ultérieure, sur les détails du phénomène.

M. **E. Gille** adresse une Note concernant l'emploi, par l'industrie, d'un combustible végétal annuel, et une autre Note relative à la traction des chemins de fer.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Production contemporaine du soufre natif dans le sous-sol de Paris;* par M. **Daubrée**.

« Les travaux qui viennent d'être exécutés à Paris, dans le sol de la place de la République, ont recoupé des amas de débris très variés, au milieu desquels abonde du soufre natif. Celui-ci se présente en enduits facilement reconnaissables à leur couleur jaune, dans toutes les fissures des plâtras.

» A l'œil nu, on voit qu'il est cristallisé, et la loupe permet d'y reconnaître très nettement des octaèdres ayant les formes les plus fréquentes dans les cristaux de la nature; ils sont mesurables et en ont les angles. Ils présentent l'octaèdre d^1, avec des troncatures sur les arêtes et combiné au prisme droit, ainsi qu'à un octaèdre plus aigu d^2 faisant pointement.

» L'origine de cette substance, parfaitement indépendante des émanations du gaz d'éclairage, se rattache évidemment à la présence simultanée du sulfate de chaux des plâtras et de matières organiques, débris végétaux, fumier, cuir, fragments d'os, boues, qui lui sont associées. Quant à la réunion de ces matériaux si divers, ils proviennent du remblayage de

l'ancien fossé d'enceinte de la ville, opéré il y a deux siècles [1], à peu près à l'endroit où coulait le ruisseau de Ménilmontant.

» C'est un nouvel exemple du fait déjà signalé, lors de la démolition, en 1778, de la porte Saint-Antoine [2], et l'on peut s'étonner que depuis lors, malgré les innombrables travaux dont le sol de Paris a été le théâtre, l'attention n'ait pas été appelée quelquefois sur des découvertes analogues. Rarement aussi les matières organiques sont si abondamment mélangées aux gravois de plâtre.

» Pour le cas présent, on saura gré à M. Bonne, conducteur des Ponts et Chaussées, chargé des travaux municipaux, d'avoir reconnu l'intérêt de cette production contemporaine, et je saisis cette occasion de le remercier de son obligeance.

» D'après son témoignage, le soufre se retrouve dans la région sud-est de la place, dans toute la portion qui a été entaillée, c'est-à-dire à partir de $0^m,2$ ou $0^m,3$ de la surface jusqu'à la profondeur de 3^m, qu'on n'a pas dépassée, et sur une surface de 50^m sur 15^m à 20^m. Ce n'est donc pas un accident restreint, mais une sorte de gîte de soufre.

» D'ailleurs, la teneur des échantillons recueillis en ferait un minerai industriellement exploitable, qui est analogue, aussi pour l'aspect, à des échantillons de la Sicile et d'autres contrées. Il consiste, en effet, en une brèche à menus fragments, incrustés de soufre cristallisé, qui contribue à les cimenter les uns aux autres.

» Du soufre cristallisé s'est produit aussi entre les fibres de débris de bois.

» Dans une partie noire et charbonneuse, comparable à une argile tourbeuse, se présentent de petites efflorescences blanches, consistant, d'après l'examen qui en a été fait au Bureau d'essais de l'École des Mines, en carbonate de chaux mélangé de sulfate de chaux.

» Au moment où cette couche a été ouverte, elle exhalait une forte odeur qu'on a comparée à celle du phosphore, et attribuée à un dégagement d'hydrogène phosphoré.

» On ne peut douter que cette production de soufre ne soit une imitation contemporaine de celle qui a donné naissance à beaucoup de gisements de soufre, appartenant aux terrains stratifiés.

---

(1) C'est en vertu d'un arrêt du 7 juin 1670 que l'on a commencé à combler les ancien fossés, pour former le nouveau rempart qui est devenu le boulevard Saint-Martin.

(2) Haüy, *Traité de Minéralogie*, t. IV, p. 413.

» Il est des cas où le soufre résulte d'injections d'hydrogène sulfuré provenant de réservoirs profonds qui, en outre, ont formé du sulfate de chaux aux dépens des roches calcaires; mais souvent aussi, et par suite d'une réaction inverse, le soufre résulte de la réaction mutuelle du sulfate de chaux préalablement stratifié et de matières charbonneuses, lignite ou bitume, dont une partie subsiste encore. »

BOTANIQUE. — *Ordre de naissance des premiers vaisseaux dans l'épi des* Lolium (deuxième partie); par M. A. Trécul.

APPARITION DES PREMIERS VAISSEAUX DANS CHACUN DES ÉPILLETS.

« L'épillet terminal ayant deux glumes et les épillets latéraux chacun une seule, on ne peut désigner les mérithalles qui composent chaque épillet par un numéro d'ordre s'adaptant aux deux sortes d'épillets. Je les désignerai donc par le numéro d'ordre de la fleur que chacun porte.

» *Epillet terminal.* — Sous l'épillet terminal d'un épi de 7^{mm} de hauteur de *Lolium temulentum*, il y avait, en haut du rachis, seulement les deux faisceaux primaires, pourvus là chacun de deux vaisseaux. Dans la base de l'épillet il y avait : 1° sous la première fleur, c'est-à-dire l'inférieure, un vaisseau libre par les deux bouts, dirigé par en bas vers le haut de l'un des deux faisceaux du rachis; 2° un vaisseau, libre aussi par les deux bouts, situé au-dessous de la deuxième fleur; sa base libre était dirigée vers le sommet de l'autre faisceau primaire du rachis; 3° un vaisseau plus court, libre également, dans le mérithalle qui portait la troisième fleur; 4° du sommet d'un des deux faisceaux du rachis partait un fascicule vasculaire dirigé vers le bas de la glume supérieure.

» Dans des épillets terminaux plus avancés, le premier vaisseau, d'abord libre par les deux bouts et situé sous la première fleur, était remplacé par un faisceau vasculaire portant la nervure médiane de la glumelle inférieure de cette première fleur, tandis que par en bas ce premier vaisseau, ou plutôt le faisceau dont il était le début, avait rejoint celui des deux faisceaux primaires du rachis qui était au-dessous de lui. De son côté, le vaisseau, libre aussi par les deux bouts, situé sous la deuxième fleur, s'était allongé, et il constituait, avec de nouveaux vaisseaux, le faisceau portant à son sommet la nervure médiane de la glumelle inférieure de la deuxième fleur, tandis que par en bas il s'insérait sur l'autre faisceau primaire du rachis.

» De tels épillets montraient aussi le faisceau prolongeant par en bas la ner-

vure médiane de chacune des glumes, inséré de même sur un des deux faisceaux primaires du rachis. Le faisceau prolongeant par en bas la nervure médiane de la glume inférieure s'insérait sur le faisceau rachidien portant le premier faisceau né sous la première fleur, et aussi le premier faisceau né sous la troisième fleur. D'autre part, le faisceau prolongeant par en bas ou portant la nervure médiane de la glume supérieure était inséré sur le faisceau primaire du rachis, qui avait donné insertion au premier faisceau né sous la deuxième fleur.

» Quand ces premiers faisceaux de l'épillet terminal sont nés, on trouve encore, dans l'insertion de l'épillet terminal, au sommet du rachis, des faisceaux vasculaires latéraux naissants, courts et libres par les deux bouts, formés de plusieurs vaisseaux dans leur région moyenne et graduellement atténués aux deux extrémités, où ils peuvent être terminés par un seul vaisseau. Par en bas, ils descendent dans l'ébauche cellulaire d'un jeune faisceau. On en voit qui s'unissent au faisceau primaire voisin; d'autres descendent plus bas, tandis que par en haut ils s'avancent vers des nervures latérales des glumes ou montent déjà en elles. J'ai vu deux de ces faisceaux libres et descendant dans le rachis s'assembler par en haut dans la base d'une même nervure latérale de la glume correspondante (*Lolium temulentum, perenne, italicum*).

» Il arrive souvent que la glume supérieure est bifide au sommet; elle possède alors deux nervures médianes, c'est-à-dire deux nervures principales, égales entre elles, dont chacune est insérée sur un des deux faisceaux primaires du rachis, chacune sur un faisceau différent.

» Nous venons de voir que la nervure médiane de la glumelle inférieure de chaque fleur part du premier vaisseau ou fascicule du mérithalle qui porte cette fleur; les premières nervures latérales de chaque glumelle inférieure sont insérées chacune sur l'un des faisceaux de l'axe de l'épillet, qui monte à un des mérithalles situés plus haut. Ces faisceaux eux-mêmes de l'axe sont souvent trouvés libres par en bas, descendant dans les mérithalles placés au-dessous, mais parfois s'insérant sur la partie supérieure du premier faisceau d'un mérithalle antérieur. Ce qui suit suppléera à ce qui manque à la description de cet épillet.

» *Epillets latéraux.* — Le premier vaisseau qui se montre dans un épillet latéral est le plus souvent situé dans l'axe au-dessous de la deuxième fleur; assez souvent aussi le premier vaisseau naît au-dessous de l'insertion de la glume, vers la jonction de l'épillet et du rachis. Le premier vaisseau destiné à la première fleur, ou mieux situé au-dessous d'elle, naît ordinaire-

ment après les précédents, mais quelquefois aussi avant le sous-glumaire, immédiatement après celui qui est placé sous la deuxième fleur; il naît rarement le premier de tous (*L. italicum, perenne, temulentum*). Mais il arrive aussi parfois que c'est le premier vaisseau situé sous la troisième fleur et sous la quatrième qui apparaît avant tous les autres dans l'axe de l'épillet.

» Ces premiers vaisseaux s'allongent par en bas, descendent dans les mérithalles placés au-dessous. Il y a quelquefois deux ou trois de ces vaisseaux, appartenant à des faisceaux différents, dans le mérithalle qui porte la deuxième fleur, avant que le premier vaisseau ou fascicule situé sous la fleur inférieure soit né. Arrivé dans le tissu d'insertion de l'épillet, le vaisseau premier formé, celui qui est né sous la deuxième fleur, par exemple, décrit une courbe par en bas, à droite ou à gauche, et va s'insérer sur l'un des faisceaux vasculaires existants du rachis. Le vaisseau sous-glumaire, qui parfois aussi est né le premier, décrit une courbe semblable et va de même s'insérer sur l'un des faisceaux rachidiens. D'autres fois, ce premier vaisseau descend tout droit au-dessous de lui, dans un faisceau du rachis seulement ébauché, encore sans vaisseaux, ou bien il descend dans un tel faisceau un peu latéral et fait alors une courbe légère. Parfois encore, le faisceau sous-glumaire, ou le premier né sous la deuxième fleur, forme par en bas une fourche, dont chaque branche s'insère sur un faisceau différent (*L. temulentum, perenne, italicum*). Les autres premiers vaisseaux de l'axe de l'épillet vont s'insérer sur quelque autre faisceau du rachis ou sur des faisceaux d'union qui, à l'insertion de l'épillet, relient entre eux les divers faisceaux rachidiens sous forme d'arcades transverses.

» Avant l'union de ces divers vaisseaux ou fascicules de l'axe de l'épillet avec les faisceaux du rachis, on trouve souvent, libres aussi par la base et par en haut, de chaque côté, un vaisseau destiné au côté correspondant de la glume. Il s'insère plus tard comme les autres sur un faisceau du rachis, assez souvent sur un transverse ou en arcade, quelquefois sur le faisceau qui prolonge par en bas la nervure médiane de la glume.

» Assez souvent le premier vaisseau ou fascicule né sous la deuxième fleur et le sous-glumaire ont une insertion commune. C'est même là ce qui a le plus ordinairement lieu dans le *Lolium italicum*. J'ai vu plusieurs fois s'opérer leur union, avant même que le sous-glumaire entrât dans la nervure médiane de la glume, et d'autres fois seulement peu de temps après son entrée.

» Dans le tissu d'insertion de certains épillets (*Lolium temulentum, ita-*

licum), plusieurs fascicules de l'axe de l'épillet et les deux latéraux destinés aux côtés de la glume étaient renflés fortement à leur bout inférieur libre, et quelquefois hérissés de plusieurs pointes ou courts rameaux, qui leur communiquaient un aspect très remarquable, rappelant à un certain degré les renflements des faisceaux du rachis, descendus dans les nœuds supérieurs de la tige feuillée, où se fait le plexus ordinaire à ces nœuds. C'est qu'en effet il est formé à l'insertion de chaque épillet un plexus vasculaire qui réunit tous les faisceaux de l'épillet entre eux et avec ceux de ce côté du rachis. Des coupes transversales ont même montré un lien vasculaire avec les faisceaux de l'autre face du rachis. Voilà pour la terminaison des premiers vaisseaux de l'épillet par en bas. Dans la partie supérieure de l'axe de l'épillet, les premiers vaisseaux apparaissent dans les divers mérithalles successivement de bas en haut. Ordinairement chaque premier vaisseau correspondant à la fleur portée par un mérithalle quelconque apparaît d'abord au-dessous de l'insertion de cette fleur; cependant il arrive, quoique moins souvent, qu'il commence dans le mérithalle placé plus bas que le porteur de la fleur. Dans la région moyenne de l'épillet on trouve souvent ces premiers vaisseaux libres, descendant dans les mérithalles placés au-dessous. Dans les mérithalles supérieurs ils naissent libres aussi, mais on trouve fréquemment leur partie inférieure reliée à la partie supérieure du vaisseau du mérithalle précédent par des cellules plus transparentes, décrivant une courbe pour opérer cette union.

» Chaque premier vaisseau d'un mérithalle donné est bientôt renforcé à sa partie supérieure, infléchie vers la base de la fleur qui la surmonte, par l'adjonction de cellules vasculaires. Du sommet de ce renflement ou de l'un de ses côtés part le premier vaisseau qui doit monter dans la nervure médiane de la glumelle inférieure de la fleur correspondante.

» Les glumes et les glumelles des *Lolium*, je l'ai déjà dit ailleurs, présentent dans leur jeunesse des vaisseaux ascendants et des vaisseaux descendants.

» Les vaisseaux ascendants des nervures latérales montent de l'axe, où ils s'insèrent sur l'un des vaisseaux ou fascicules de cet axe allant à un mérithalle supérieur; quelquefois on les trouve libres par la base et descendant dans l'axe, mais plus tard ils sont adjoints à un vaisseau ou fascicule venu d'un mérithalle plus haut placé; s'ils appartiennent à une fleur inférieure, ils vont s'insérer sur un des faisceaux basilaires formant l'insertion de l'épillet.

» Pendant que ces premiers vaisseaux de la nervure médiane et des nervures latérales montent vers la lame à laquelle ils sont destinés, souvent même avant qu'ils aient atteint la base de cette lame, il est formé d'abord vers le haut de la nervure médiane, ensuite dans la région supérieure des nervures latérales principales, un groupe vasculaire qui s'étend de haut en bas. On peut trouver à la fois, outre le groupe de la nervure médiane, un et souvent même deux groupes latéraux dans chaque côté de la lame, quand il n'y a pas encore de vaisseaux entrant dans la base des nervures latérales, ou quand il n'y en a que dans une seule de chaque côté. Ces cinq groupes vasculaires, d'abord libres par les deux bouts, se relient ensuite entre eux par en haut, les premiers latéraux avec le groupe de la nervure médiane, les deux latéraux les plus rapprochés des bords de la lame avec les latéraux précédents, tout en continuant de descendre à la rencontre des vaisseaux qui montent. Un peu plus tard, des faisceaux secondaires s'interposent aux nervures principales, soit vers la région supérieure de ces nervures primordiales, où elles peuvent débuter aussi par des groupes vasculaires libres par les deux bouts (ce que j'ai vu dans des glumelles de l'épillet terminal du *Lolium temulentum*), soit, et c'est là le cas le plus fréquent, dans la partie inférieure de la lame. Tous ces faisceaux sont liés les uns aux autres par des fascicules transverses. Dans quelques cas, ces nervures latérales primordiales et secondaires peuvent commencer au contact même de la nervure médiane ou d'une des nervures latérales qui les ont précédées; elles ont alors l'aspect de branches descendantes.

» En ce qui concerne les glumelles inférieures des fleurs, il faut distinguer celles qui ont une arête de celles qui n'en ont pas. Quand elles ont une arête, le groupe vasculaire du haut de la nervure médiane commence dans la partie supérieure de cette arête, descend ensuite à l'intérieur de celle-ci, et arrive enfin dans la nervure médiane de la lame, où il se réunit aux vaisseaux ascendants (*Lolium italicum, temulentum*). J'ai trouvé quelquefois dans l'arête deux faisceaux vasculaires descendant à la fois : l'un plus gros occupait la ligne médiane, l'autre plus grêle était latéral. J'ai même dessiné des glumelles dans l'arête desquelles il y avait trois faisceaux vasculaires parallèles; le médian était réuni aux vaisseaux ascendants de la nervure médiane de la lame, tandis que chacun des deux faisceaux latéraux de l'arête, déjà arrivé dans la partie supérieure de la lame, y était bifurqué, et chaque branche descendait dans une nervure latérale parti-

culière ([1]). Il y avait encore, de chaque côté de la région supérieure de la lame, un groupe vasculaire libre plus rapproché des bords de cette lame, lequel descendait en opposition avec un faisceau vasculaire montant dans la nervure correspondante (*Lolium temulentum*).

» Ce que je viens de dire des vaisseaux ascendants et des vaisseaux descendants de la glume et de la glumelle inférieure est applicable aussi en partie à la glumelle supérieure, dans chacune des deux grosses nervures de laquelle j'ai vu un groupe vasculaire se former dans la région supérieure, à quelque distance du sommet. Ce groupe vasculaire, qui peut exister avant qu'aucun vaisseau ascendant ne soit apparent dans la partie inférieure de la lame, s'allonge par en bas et finit par rencontrer les vaisseaux qui, un peu plus tard ou simultanément, montent de l'axe.

» Il ne faut pas omettre que, près de l'insertion de la glumelle inférieure de chaque fleur, les faisceaux du petit axe de l'épillet et ceux de la base des deux glumelles sont reliés entre eux par des cellules vasculaires, de façon à rappeler le plexus vasculaire qui existe à l'insertion de chaque épillet ou celui plus complexe que l'on observe au nœud près duquel chaque feuille de la tige proprement dite est insérée.

» J'ai déjà signalé l'apparition du premier vaisseau de l'étamine dans la partie inférieure du connectif de l'*Hordeum vulgare* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 217) et antérieurement aussi dans les *Primula elatior* et *grandiflora* (t. LXXXIV, p. 1416), dans la base de l'anthère et le sommet du filet de l'*Anagallis arvensis* (t. LXXXIII, p. 770), dans la partie supérieure du filet du *Mibora verna* et du *Nardus stricta*.

» Je trouve également le premier ou les premiers vaisseaux de l'étamine naissant dans la partie inférieure du connectif du *Lolium temulentum* et du *L. perenne* aristé, dont j'ai parlé. Ce premier vaisseau ou ces premiers vaisseaux sont prolongés ensuite de haut en bas dans le filet. Ils restent fort longtemps libres par leur base, indépendants de ceux du réceptacle.

» J'ai observé plusieurs fois dans des étamines adultes du *Lolium italicum* que les vaisseaux du filet disparaissaient par résorption. Dans des étamines dont les grains de pollen étaient à peu près remplis de granules amylacés d'environ $0^{mm},0025$ de diamètre, devenant d'un bleu noir par

---

([1]) On peut considérer les branches de la fourche comme deux groupes vasculaires du haut de la glumelle : l'un descendant de l'arête, l'autre appartenant au sommet de la lame, tous les deux reliés vasculairement.

l'addition de l'iode, il n'existait plus de vaisseaux que dans la base du filet, ou, dans d'autres étamines, à l'intérieur du connectif.

» Vers l'époque de la fécondation, je n'ai pas trouvé de vaisseaux dans le pistil, mais, peu de temps après, un assez gros faisceau vasculaire s'étendait du réceptacle dans la base de l'ovaire, où, dans la face antérieure, il se dirigeait vers l'insertion de l'ovule. Le pistil, vers la même époque, m'a plusieurs fois montré un vaisseau courbe dans l'insertion même de l'axe de chacun des deux stigmates rameux. Ce vaisseau, libre par les deux bouts, avait son extrémité inférieure dirigée vers le côté correspondant de l'ovaire, tandis que l'extrémité supérieure montait dans la base de l'axe du stigmate. Une courte série de cellules vasculaires était parfois située un peu plus haut dans le prolongement du même vaisseau à l'intérieur du stigmate (*Lolium italicum, temulentum*).

» Dans une Communication ultérieure, j'examinerai les déductions qui découlent de ces observations sur l'apparition des premiers vaisseaux dans les plantes que j'ai nommées. »

VITICULTURE. — *Sur le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. H. MARÈS.

« Ainsi que je l'écrivais à M. Dumas dans une Lettre qui a été communiquée à l'Académie le 28 juin dernier, j'ai obtenu, en 1880, par l'emploi du sulfocarbonate de potassium dissous dans l'eau et réparti autour des ceps, de manière à obtenir du liquide insecticide une action en profondeur, concentrée autour du tronc et de ses grosses racines, des résultats tout à fait satisfaisants.

» Je vais tâcher d'indiquer ici ces résultats, qui, dans les terrains où je traite les vignes dont il sera question, me paraissent décisifs; mais je dois d'abord déclarer que, tout en les faisant connaître, mon intention n'est pas de les proposer comme exclusifs des autres procédés au moyen desquels on peut aussi ou défendre ou reconstituer les vignes attaquées ou détruites par le Phylloxera.

» Si j'étudie dans cette Communication l'action d'un agent qui m'a donné de bons effets, ce n'est pas une raison pour que je méconnaisse le parti qu'on peut tirer du sulfure de carbone et des vignes américaines. Je les emploie concurremment, en cherchant leur meilleur mode d'application. Chaque procédé peut avoir sa valeur, selon les conditions dans lesquelles il sera employé. Il faut en faire l'étude avec soin. Ceux qui seront les meil-

leurs, les moins chers et les plus pratiques seront préférés et s'imposeront d'eux-mêmes, s'ils sont réellement efficaces.

» L'examen fréquent et réitéré des vignes phylloxérées m'a fait reconnaître que certaines d'entre elles résistent à tous les moyens d'action qu'on leur applique pour les faire réagir et leur rendre quelque vigueur. Dans ce cas, je me suis aperçu que les ceps portent de profondes lésions, sur leur tronc même, dans les parties profondes, et sur leurs grosses racines, à leur insertion sur le corps de souche ou près de lui. Lorsqu'il en est ainsi, on peut bien provoquer la formation d'une certaine quantité de chevelu autour du tronc, dans sa partie supérieure, au moyen d'engrais énergiques; mais ces chevelus ne nourrissent que des sarments faibles, étiolés, incapables de se mettre à fruit. De pareils ceps sont frappés à mort et doivent être arrachés; la pourriture noire, qui s'y est engendrée à la suite de profondes lésions phylloxériques, les condamne à une décomposition dont la conséquence est l'étisie et la mort. Ce cas se produit fréquemment chez les vignes vieilles, plantées en terrain assez fort, quoique perméable, et sur les vignes jeunes, lorsque l'invasion s'y est montrée très violente.

» Les ceps qui, après s'être étiolés sous le coup d'une invasion phylloxérique, ont perdu leurs radicelles et leur chevelu, mais qui conservent encore saines leur souche et leurs grosses racines, peuvent se reconstituer et reprendre leur ancienne vigueur.

» La vie du cep se concentre donc autour du tronc, et plus particulièrement dans la souche, de laquelle partent les grosses racines. Tant qu'il ne s'y produit pas de lésions profondes qui en altèrent les tissus, tant qu'elle peut émettre des racines ou conserver celles dont elle est le centre, la vie peut revenir. C'est donc autour de la souche même et dans les profondeurs du sol, de manière à y saisir les colliers de grosses racines qui se forment ordinairement à l'extrémité souterraine du tronc, qu'il faut établir la préservation et au besoin la médication des ceps attaqués.

» On ne peut obtenir un pareil résultat qu'en établissant autour du cep lui-même et jusque dans ses profondeurs le traitement dont il est l'objet, et en se servant de moyens qui entraînent avec eux la diffusion des agents propres à détruire le Phylloxera et à médicamenter le cep. Le sulfocarbonate de potassium, dissous dans l'eau à raison de deux cent cinquante à cinq cents fois son poids, réalise toutes les conditions désirables pour atteindre le but poursuivi. Il détruit bien le Phylloxera, et, comme le sulfure de potassium, qui est un des éléments de sa composition, il paraît pousser à la revivification des tissus ligneux.

» Il s'agit donc de le faire pénétrer dans les profondeurs du sol, autour du tronc et de la souche de chaque cep, en les baignant ainsi que leurs grosses racines, à leur naissance et même sur une certaine longueur. On y parvient en déchaussant légèrement la vigne sur un faible diamètre, par exemple à 1^{m} pour celles qui sont espacées à $1^{m},50$ en tous sens, et en donnant au déchaussement une forme conique dont l'axe est formé par le tronc. L'eau sulfocarbonatée qu'on verse dans cet auget s'infiltre dans le sol, en baignant à la fois le tronc et les grosses racines qu'elle suit dans leurs directions. Selon la consistance des terrains elle descend très bas. Ainsi, dans les sols légers et perméables, il suffit de 20^{lit} d'eau pour faire descendre à $0^{m},50$ de profondeur, au moins, l'humidité autour du tronc et des racines principales et imprégner la terre qui les entoure. Cette profondeur est déjà suffisante dans la plupart des vignobles où les ceps ne sont guère plantés qu'à $0^{m},30$ de profondeur. Dans les sols plus forts, il faut augmenter la quantité du liquide : avec 30^{lit} par cep on pénètre jusqu'à $0^{m},50$ et souvent même jusqu'à $0^{m},60$. C'est à cette quantité d'eau que je me suis arrêté dans la pratique. Selon les indications de M. Dumas, cette eau doit être employée en deux fois. On dissout l'agent toxique à raison de 60^{gr} de sulfocarbonate dans 20^{lit} d'eau, et on les répand au pied du cep; dès qu'ils sont imbibés, on lave cette première application en versant encore sur elle 10^{lit} d'eau claire; on pénètre ainsi très bas. Lorsque l'application du sulfocarbonate de potasse dissous se fait en surface afin d'atteindre tous les Phylloxeras, l'imbibition du liquide dans le sol ne produit que de très faibles résultats qui annulent en quelque sorte son action. Ainsi l'espacement des ceps à $1^{m},50$ en tous sens et en carré donne pour chacun d'eux $2^{m},25$ de surface. 30^{lit} d'eau versés sur ces $2^{m},25$ ne les couvrent guère que d'une épaisseur de liquide de $0^{m},012$, s'il est uniformément répandu. En pareil cas, la pénétration dans un sol à surface ressuyée et sèche, comme c'est presque toujours le cas, ne se fait guère qu'à $0^{m},11$ ou $0^{m},12$ de profondeur. A ce niveau, dès que le Phylloxera a envahi la vigne, les chevelus et les radicelles ont péri, et l'insecte ne se trouve guère que sur les racines situées plus bas; il descend même encore pour fuir les effets de l'insecticide, et il se loge sur les racines profondes, parfois même sur le corps de souche, qu'il aurait encore épargné. L'effet du traitement est perdu et la vigne peut être compromise. Pour pénétrer plus profondément sur toute la surface, et descendre à $0^{m},40$ par exemple, il faudrait tripler et quadrupler les quantités d'eau, délayer outre mesure le sulfocarbonate et en annuler ainsi l'action toxique; on arrive alors à d'immenses difficultés :

encore ne réussit-on pas à détruire tous les insectes, comme l'a prouvé l'expérience de Maucey.

» C'est après avoir constaté ces faits et ces accidents qu'en 1879, agissant sur des vignes depuis longtemps phylloxérées (1873 et 1874) et très attaquées, j'ai abandonné les traitements en surface pour les applications en profondeur. Les résultats en ont été des plus remarquables. Ils ont commencé à se manifester lentement en 1879; mais, en 1880, ils se sont affirmés par une grande augmentation de végétation et de fructification, et par une reconstitution remarquable de nouvelles racines, sur lesquelles le Phylloxera a considérablement diminué, et même presque disparu dans le courant du mois d'octobre. Dans les vignes de seize à dix-huit ans, plusieurs parcelles sont même presque revenues à l'état normal, malgré les contrariétés qu'a éprouvées en 1880 la végétation de la vigne et les attaques d'insectes (vers gris, altises, etc.) dont elle a été comme accablée jusqu'à la mi-juillet.

» Les vignes sur lesquelles j'opère ayant été très déprimées, je leur ai donné, en 1879 et en 1880, deux arrosages de 30^{lit} d'eau chacun et de 60^{gr} de sulfocarbonate de potassium par cep. Les applications ont eu lieu en 1879, d'avril en mai et d'août en septembre, en 1880, de fin avril à fin juin, et du 7 août au 30 septembre. Quoique chaque traitement ait toujours agi sur la vigne de manière à en développer la végétation, ceux d'avril et mai m'ont paru les plus efficaces. En été, l'époque du traitement ne m'a pas paru exercer une influence bien notable sur ses résultats, mais ceux-ci se sont toujours montrés avantageux. Les vignes dans lesquelles je n'ai appliqué jusqu'à présent qu'un seul traitement annuel, au mois de mai, sont bien moins rétablies que les autres et se présentent moins bien; celles qui n'ont reçu aucun traitement sont perdues.

» Chaque année à peu près, depuis que le Phylloxera a tout envahi dans la contrée et qu'il ne reste plus un cep inattaqué, on le voit sensiblement diminuer en nombre, sur les racines, en mai et juin; il reparaît et pullule considérablement en juillet, août et septembre.

» J'ai déjà indiqué, en 1880, les raisons qui me paraissent provoquer ces phénomènes. La grande pullulation estivale du Phylloxera me paraît tenir principalement à la température élevée qu'acquiert le sol jusque dans ses profondeurs sous l'influence des chaleurs prolongées et de la sécheresse, et à la durée de cet état. Les changements de température, les pluies qui refroidissent le sol, toutes les variations si fréquentes au printemps peuvent contrarier l'insecte ou en diminuer le nombre.

» Quoi qu'il en soit, le double traitement annuel des ceps par le sulfocarbonate de potasse employé en profondeur m'a donné des résultats remarquables. L'année 1880, à printemps et été accompagnés de pluies, peut bien y avoir aidé, ainsi que l'isolement de mes vignes dans une localité qui naguère n'était qu'un immense vignoble, où un champ était une rareté; mais si, comme tout porte à le croire, ces résultats se soutiennent, les parcelles de vignes qui n'auront pas été trop maltraitées en 1878 et démembrées par la mort d'un trop grand nombre de ceps retourneront à l'état normal en 1881. Le nombre de leurs nouvelles racines qui s'emparent de nouveau de toute la surface du sol et la faible quantité de Phylloxeras qu'on y rencontre me donnent le meilleur espoir.

» Comme fructification, la progression a été la suivante pour trois parcelles de seize à dix-huit ans d'âge, plantées en aramon et formant ensemble une surface de 5 :

	Vendange (1).
	hlit
1878	144
1879	300
1880	531

» A l'état normal, ces 5^{ha} produisaient en moyenne environ 1000^{hlit} de vendange qui donnaient 800^{hlit} de vin. Dans tous les cas, en 1880, la récolte a été à peu près quatre fois plus forte qu'en 1878 : elle approche de celle de 1877, et la végétation des racines et des sarments est en harmonie avec cette fructification.

» Le traitement par le sulfocarbonate de potassium dilué me paraît donc de nature à conserver les vignes sur lesquelles il sera régulièrement appliqué. Les vignobles de grand cru finiront par l'adopter dès que le Phylloxera y fera son apparition, car il a l'avantage de constituer un procédé sûr, qui ne porte aucun préjudice à la vigne, et qui en favorise le développement, tout en détruisant sur elle les insectes parasites. Il possède la précieuse propriété de pouvoir être employé sans inconvénient pendant toute la période de végétation. Il permet donc au besoin d'attaquer et de détruire le Phylloxera lorsqu'on voit se produire et paraître les nymphes de la forme ailée. Enfin, si dans les vignobles du Midi, sous le climat des longues sécheresses estivales, et dans les parcelles très attaquées et affaiblies, deux applications paraissent nécessaires, dans ceux des régions plus tempérées et plus arrosées de l'Est, du Centre et de l'Ouest, qui sont rafraîchis par des pluies d'été, une seule application sera probablement suffisante.

(1) Il s'agit ici d'hectolitres de raisin, produisant environ 80^{lit} de vin.

» Une fois l'efficacité reconnue, l'emploi ne tardera pas probablement à se généraliser, et d'autant plus vite que le prix du vin restera élevé. Il est aujourd'hui démontré qu'au moyen de simples tuyaux emmanchés bout à bout on peut, en partant d'un niveau supérieur, conduire l'eau fort loin et sans grande dépense. Les moyens mécaniques appliqués à l'irrigation de grandes surfaces simplifient le problème. Dans les localités privées d'eau de puits, de source ou de rivière, l'eau des pluies d'été peut être, à la rigueur, recueillie dans des réservoirs ouverts à la surface du sol, où il suffira de la conserver quelques jours. Une pompe et quelques mètres de tuyaux suffisent ensuite pour son emploi immédiat.

» C'est le sulfocarbonate de potassium qui constitue réellement la dépense et la difficulté du procédé. Jusqu'à présent il a fallu le payer 50^{fr} les 100^{kg}; mais tout porte à croire que nous approchons du moment où l'on pourra se le procurer au prix de 30^{fr}. La pratique simplifiera alors la question de son emploi économique lorsqu'il est dilué dans l'eau.

» Si je ne me trompe, il me paraît que les vignobles dont la culture est basée sur le provignage et qui ne peuvent adopter les cépages exotiques que fort difficilement et en changeant complètement leurs procédés culturaux, et, par conséquent, la nature de leurs produits; que les vignobles à vins fins, qui doivent avant tout conserver la supériorité et la qualité de leurs récoltes, vont avoir à leur disposition un procédé qui réunit toutes les conditions de réussite : diffusion de l'agent antiphylloxérique; action de reconstitution sur les tissus de la racine ; action physiologique comme engrais sur la plante; emploi possible et efficace pendant tout le cours de la végétation et même facilité d'application. Il permettra d'obtenir des résultats dont la certitude ne me paraît guère douteuse. S'il en est ainsi, la Science, par les recherches d'un des Membres les plus illustres de cette Académie, aura encore une fois délivré l'Agriculture d'un de ses fléaux les plus redoutables et rendu à l'humanité un de ses produits alimentaires les plus utiles. »

GÉOGRAPHIE. — *Découvertes dans l'Afrique équatoriale; rencontre de MM. de Brazza et Stanley.* Communications faites par MM. DE LESSEPS et DE QUATREFAGES.

M. DE LESSEPS, président du Comité français de l'Association africaine internationale, donne lecture du télégramme suivant, à lui adressé par M. de Brazza :

« Au mois de juillet, par la route de terre, j'ai atteint le Congo entre la rivière Mpaka Mpama et la rivière Lewson Afrisi.

» Par l'influence de Makoko, j'ai pacifié les Oubandji Apfourous du Kounia, de l'Alima et du Congo.

» J'ai descendu pacifiquement le Congo en pirogue.

» Le 3 octobre, j'ai fondé la station de Ntamo Ncouna sur un territoire cédé par le roi Makoko. Un sergent malanime et trois laptots composent le personnel. Il y a urgence de ravitailler la station en juillet prochain.

» J'ai reconnu la route directe entre la station de l'Ogôoué et la station de Ntamo Ncouna.

» Cette route est de douze marches, dont les cinq dernières traversent les États de Makoko. La route traverse un plateau de 800^{m} d'élévation et qui commence à 60 milles au sud-est de la station de l'Ogôoué. Il faut descendre deux fois le plateau pour arriver au gué de la rivière Mpaka. La route pour aller au Lefinilawson est facile pour des ânes. La possibilité de portage indigène facilitera le ravitaillement. Le pays est sain, la population est dense et pacifique. En novembre j'arrive à Mdambi Mbongo, poste avancé de Stanley. La route du Congo est impossible pour ravitailler la station de Ncouna.

» Brazza. »

» Cette dépêche a été traduite d'accord avec M. Maunoir, secrétaire général de la Société de Géographie, dont je crois à propos de faire connaître l'appréciation.

» Voici ce qu'il m'écrit ce matin :

« Il résulte d'un télégramme que M. de Quatrefages a reçu de son côté que notre voyageur serait arrivé à Vivi, auprès de Stanley.

» Plus j'y réfléchis, plus je trouve important le résultat obtenu par l'envoyé du Comité français. Conquis sans violence, il est tout à fait dans l'esprit pacifique de l'institution fondée par le roi des Belges, et dont la station de Ntamo Ncouna est actuellement le poste le plus avancé vers le cœur de l'Afrique. La station est bien choisie au point de vue des découvertes géographiques : les explorateurs qui en partiront n'auront que l'embarras du choix dans l'inconnu, pendant plusieurs années encore. Qu'ils aillent au nord, dans la direction de la Bénoué ou du Chari, qu'ils aillent au sud, vers les territoires immenses qu'arrosent les affluents de gauche du Congo, ils rencontreront de nombreux problèmes géographiques à résoudre, car ces contrées restent encore blanches sur nos Cartes, sans compter même l'intérêt qu'il y aurait à compléter les informations encore fort insuffisantes que l'on possède sur la région du haut Congo, et à relier les découvertes de l'est à celles de l'ouest du continent.

» M. de Brazza lui-même et son dévoué compagnon, le D[r] Ballay, seront sans doute les premiers à partir de la station de Ntamo Ncouna pour pratiquer de nouvelles brèches dans cet immense inconnu.

» Au point de vue humanitaire, cette station, établie sur un cours d'eau qui traverse de vastes territoires nègres extrêmement peuplés, pourra devenir, surtout grâce à la navigation à vapeur, un centre d'influence civilisatrice actif et puissant.

» Il serait fort à désirer maintenant que l'une de ces maisons françaises qui ont à la fois l'audace et les capitaux envoyât résolûment ses agents sur la trace de M. de Brazza. On

peut prédire une riche moisson aux premiers qui sauront prendre position, dès aujourd'hui, sur quelque point de cette vallée du Congo où abondent les produits naturels de tout genre. »

» D'un autre côté, j'ai de bonnes nouvelles à donner à l'Académie de la mission du capitaine Bloyet, chargé d'établir une station scientifique et hospitalière dans la partie orientale et dans le voisinage du lac Touquer-Ko. Il a pris possession d'un territoire, et sa santé, qui nous avait donné des inquiétudes, est actuellement rétablie.

» On voit que les 100000fr accordés par les Chambres françaises, sur la proposition de M. Georges Perin, aux deux missions de M. de Brazza et du capitaine Bloyet, n'ont pas été perdus. »

M. DE QUATREFAGES annonce avoir reçu, à titre de membre du Comité exécutif de l'Association internationale, le télégramme suivant, qui confirme et complète le précédent :

« Bruxelles, 15 janvier, 5h26m s.

» Nous recevons de notre agent au Congo télégramme suivant que nous nous empressons de vous communiquer : *De Brazza a atteint Stanley-Pool en septembre, venant de l'Ogôoué; a rencontré Stanley 7 novembre; arrivé Vivec* 12. Nous félicitons chaleureusement Comité français et Société de Géographie de Paris. — Signé : STRAUCH. »

» Le Vivec dont il est question ici ne peut être que *Vivi*, le quartier général de Stanley, dont il a déjà été fait mention dans les journaux de Géographie et autres.

» Les voyageurs américain et français se sont rencontrés dans les termes les plus cordiaux. M. de Brazza est devenu l'hôte de Stanley. Ainsi tombent, devant les faits, les bruits regrettables de mésintelligence mis depuis quelque temps en circulation. »

M. A. D'ABBADIE fait hommage à l'Académie d'un Opuscule qu'il vient de publier « sur les Oromo, grande nation africaine désignée souvent sous le nom de *Galla* ». (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1880.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Sabey, M. Legrand des Iles, M. Parayre, M. J. Canat, M. G. Saredo-Parodi adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. Sella, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Appell demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire sur les équations différentielles linéaires, Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

M. Goran Dillner adresse une Note sur les équations différentielles linéaires à coefficients variables, dont la solution dépend de la quadrature d'un même produit algébrique irrationnel [1].

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète f 1880 (Pechüle), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest), par M.* G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

Dates.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. ☉* — ⋆.	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☉* — ⋆.	Déclinaison. Log. fact. par.
1880. Déc. 21...	*a*	9	$-4^m\ 7^s,97$	$+\bar{1},576$	$-2'46'',4$	$+0,778$
» 24...	*b*	6	$-3.30,76$	$+\bar{1},585$	$+4.39,6$	$+0,772$
» 25...	*c*	7	$+2.12,38$	$+\bar{1},576$	$-0.39,2$	$+0,764$
» 29...	*d*	6,5	$+2.40,82$	$+\bar{1},609$	$-9.\ 2,3$	$+0,774$
» 30...	*e*	7,5	$+3.\ 7,28$	$+\bar{1},611$	$-7.39,0$	$+0,773$
1881. Janv. 1...	*f*	8	$+0.21,56$	$+\bar{1},611$	$-6.21,1$	$+0,769$
» 4...	*g*	8	$+1.\ 7,33$	$+\bar{1},606$	$+5.\ 6,7$	$+0,752$
» 7...	*h*	8	$+2.\ 0,05$	$+\bar{1},610$	$+1.31,3$	$+0,741$
» 9...	*i*	8,5	$-0.\ 7,68$	$+\bar{1},632$	$-0.57,3$	$+0,784$
» 12...	*j*	8	$+1.37,39$	$+\bar{1},622$	$-4.13,6$	$+0,737$
» 13...	*k*	8,5	$-5.\ 7,54$	$+\bar{1},625$	$-5.22,0$	$+0,738$

(1) Cette Note fait suite à un travail qui a été adressé à l'Académie, il y a quelques semaines, par le même géomètre. Cette première Partie s'étant trouvée égarée, M. le Secrétaire perpétuel croit devoir différer la publication de l'une et l'autre Note, jusqu'à ce que l'auteur veuille bien lui adresser une nouvelle copie de la première.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.		Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1880,0.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
1880. Déc.	21...	*a* 371 Weisse H. XIX	19.16.33,04	+2,32	+13.41.19,0	+11,0
»	24...	*b* 728 »	19.29.59,20	+2,30	+15.20.48,2	+12,4
»	25...	*c* 834 »	19.28.52,89	+2,28	+16. 0.16,1	+12,1
»	29...	*d* 37856 Lalande	19.47. 0,51	+2,26	+18.21.55,1	+14,0
»	30...	*e* 1639 Weisse H. XIX	19.51. 9,71	+2,25	+18.52. 1,1	+14,3
1881. Janv.	1...	*f* 19 Weisse H. XX	20. 3. 1,63	+2,26	+19.52. 3,1	+15,4
»	4...	*g* 727-8 »	20.15.43,85	+2,26	+21. 8.21,2	+16,6
»	7...	*h* 39654 Lalande	20.28. 8,24	+2,27	+22.34.34,1	+17,8
»	9...	*i* 1286-7 Weisse H. XX	20.39.12,48	+2,28	+23.29 56,4	+18,8
»	12...	*j* 1569 »	20.50.12,37	+2,29	+24.46.31,1	+19,7
»	13...	*k* 1861 »	21. 1.13,97	+2,33	+25.11.15,3	+20,9

Positions apparentes de la comète, corrigées de la parallaxe.

Dates.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
		h m s	h m s	° ′ ″		
1880. Décemb.	21..	5.47.47	19.12.27,63	+13.38.47,4	14 : 15	Weisse.
»	24..	5.54.57	19.26.30,98	15.25.43,9	15 : 20	$\frac{1}{3}$(W + 2 Rumker).
»	25..	5.40.44	19.31. 7,78	15.59.52,6	21 : 28	Weisse.
»	29..	6.22.55	19.49.43,84	18.13.10,4	6 : 8	Lal.
»	30..	6.25.34	19.54.19,49	18.44.40,0	21 : 28	Weisse.
1881. Janvier	1..	6.27.38	20. 3.25,69	19.46. 0,9	20 : 20	»
»	4..	6.13.47	20.16.53,68	21.13.47,8	18 : 12	»
»	7..	6.12.58	20.30.10,80	22.36.26,4	18 : 24	Lal.
»	9..	7.15.41	20.39. 7,32	23.29.21,4	14 : 15	Weisse.
»	12..	6.20.40	20.51.52,28	24.42.40,2	23 : 31	»
»	13..	6.30.14	20.56. 8,99	25. 6.17,2	12 : 15	»

GÉOMÉTRIE. — *Sur le déplacement d'une figure invariable.* Note de M. G. **Darboux.**

« Non seulement on a étudié d'une manière générale le mouvement d'une figure plane dans son plan, mais on a aussi considéré plusieurs espèces de mouvements particuliers dont les propriétés ont trouvé d'importantes applications dans la théorie des mécanismes. En ce qui concerne le mouvement d'une figure dans l'espace, la science est, il me semble, moins avancée; on possède, il est vrai, des propositions générales applicables à tout déplacement, mais on connaît peu de mouvements particuliers. Je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître les résultats

que j'ai obtenus sur ce sujet. Je commence par les mouvements à une variable indépendante, ceux dans lesquels les points décrivent des courbes trajectoires.

» Il existe une infinité de mouvements dans lesquels tous les points de la figure mobile décrivent des courbes unicursales de degré donné. En laissant de côté la translation, le plus simple de ces mouvements est celui dans lequel tous les points de la figure mobile décrivent des coniques. Voici comment on peut le définir géométriquement.

Considérons un cylindre de révolution (C); il est clair qu'on peut le faire rouler intérieurement sur un cylindre de révolution (C') de rayon double, tout en le faisant glisser d'une quantité quelconque parallèlement aux génératrices rectilignes de (C'). Si l'on assujettit un point de (C) à décrire une droite qui rencontrera nécessairement l'axe du cylindre (C'), le mouvement du cylindre (C) sera complètement défini et tout point invariablement lié à ce cylindre décrira une conique.

» On voit qu'il sera très aisé, soit au moyen d'engrenages et de glissières, soit au moyen de tiges articulées, de réaliser un tel mouvement.

» Ce mouvement est le plus général dans lequel tous les points de la figure mobile décrivent des ellipses. Je dis que, en excluant le cas d'un déplacement parallèle à un plan fixe, il est *le seul dans lequel tous les points de la figure mobile puissent décrire des courbes planes*.

» En effet, supposons d'abord que tous les plans de l'espace soient décrits par un des points de la figure mobile. Alors, dans le mouvement inverse, c'est-à-dire dans le mouvement de la figure primitivement fixe par rapport à la figure mobile, tous les plans passeront par des points fixes. Il résulte de là qu'ils envelopperont nécessairement des cônes de révolution. En effet, soit (π) un plan, (π') un plan parallèle au premier. Le plan (π') passant par un point fixe, le plan parallèle (π) devra être tangent à une sphère fixe; comme il passe d'ailleurs par un point fixe, il enveloppera nécessairement un cône de révolution.

» Si l'on s'appuie maintenant sur cette proposition presque évidente, *l'ordre des trajectoires des points dans un mouvement donné est égal à la classe des enveloppes des plans dans le mouvement inverse*, on verra tout de suite que, dans le mouvement primitif, les trajectoires de tous les points sont nécessairement des coniques.

» Si, au contraire, les points de la figure mobile ne décrivent pas tous les plans de l'espace, les plans qui contiennent les trajectoires planes dépendront seulement d'un ou de deux paramètres variables, et, par consé-

quent, chacun d'eux contiendra plusieurs trajectoires planes. Une infinité de droites de la figure mobile seront ainsi assujetties à décrire des plans fixes, et, par conséquent, si par un point fixe O on mène des parallèles à chacune de ces droites dans une position déterminée de la figure mobile, on formera une figure invariable dont tous les points devront décrire des plans passant par O. L'analyse détaillée et facile de cette hypothèse conduit à la seule solution suivante : mouvement de la figure mobile parallèlement à un plan fixe. Et, en effet, dans ce mouvement tous les points décrivent des courbes planes qui peuvent être de degré quelconque ([1]).

» Je laisse de côté quelques propositions relatives à différents mouvements dans lesquels les points de la figure mobile décrivent des cubiques gauches ou des courbes du quatrième ordre, pour arriver aux mouvements dépendant de deux paramètres dans lesquels les points de la figure mobile décrivent des surfaces.

» On sait que dans le plan il existe un mouvement dans lequel tous les points décrivent des ellipses. Il n'existe pas dans l'espace de mouvement dans lequel tous les points décrivent des surfaces du second degré. On sait que, dans certaines questions de Géométrie, pour étendre à l'espace des propriétés des coniques, il faut considérer non plus une surface du second ordre, mais la surface de Steiner. C'est ce qui se présente ici. *Il existe un mouvement d'une figure invariable dans lequel tous les points de la figure mobile décrivent des surfaces de Steiner. Dix points particuliers de la figure mobile décrivent des plans.*

» Le mouvement le plus général de cette nature ne donne pour les surfaces trajectoires que des surfaces de Steiner ou des plans pour les dix points dont il vient d'être question. Mais dans certaines hypothèses particulières il peut arriver que les points d'une droite, ou même les points de deux droites décrivent des ellipsoïdes. Dans ce dernier cas, si l'on fait

---

([1]) M. Mannheim (*Bulletin de la Société mathématique*, t. I, p. 106) a déjà démontré que, si quatre points d'une droite décrivent des courbes planes, tous les points de la droite décrivent des ellipses. Au sujet de ce mouvement particulier, on peut présenter la remarque suivante : si l'on considère une surface du second degré (Q) décrite par un point d'une droite (d), dont trois points déterminés sont dans les plans principaux de (Q), on peut transformer homographiquement la surface (Q) de telle manière que les transformées homographiques des diverses positions de la droite (d) deviennent les normales à la transformée de (Q). De là résultent de nombreuses conséquences, sur lesquelles je n'insiste pas en ce moment.

intervenir les éléments imaginaires, il existe un tétraèdre ayant au plus deux arêtes réelles, qui donne lieu aux propriétés suivantes :

» Tout point en dehors des faces décrit une surface de Steiner. Tout point sur une des faces en dehors des arêtes décrit une surface réglée du troisième ordre. Tout point sur une des arêtes décrit une surface du deuxième ordre ou un plan.

» Lorsqu'on assujettit les quatre sommets d'un tétraèdre à décrire quatre plans fixes, le mouvement ainsi obtenu est unicursal. Les points de la figure mobile décrivent des surfaces du huitième ordre, admettant deux séries de sections coniques. Ces surfaces paraissent être les plus générales admettant une génération par une double série de coniques. Elles peuvent se décomposer exceptionnellement en deux surfaces de Steiner.

» Lorsqu'on assujettit les cinq sommets d'un tétraèdre à décrire cinq plans fixes, les courbes trajectoires des différents points sont des courbes du huitième ordre et du genre elliptique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration, sous forme finie, d'une nouvelle espèce d'équations différentielles linéaires à coefficients variables.* Note de M. D. André, présentée par M. Hermite.

« Je désigne, dans tout ce qui suit, par Y une fonction de la seule variable x; par Y_0, $Y_0^{(1)}$, $Y_0^{(2)}$, $Y_0^{(3)}$, ... les valeurs, pour $x = 0$, de cette fonction et de ses dérivées successives; par n un entier quelconque, non négatif; par p un nombre quelconque, positif ou négatif, mais non pas entier; enfin par $f(n)$ un polynôme quelconque, entier par rapport à n et à des exponentielles de la forme a^n.

» Cela étant, je pose

$$F(n) = \frac{1}{p(p+1)(p+2)\ldots(p+n-1)}\,\frac{1}{f(n)},$$

et, dans la présente Note, je considère les équations différentielles linéaires sans second membre, d'ordre quelconque et à coefficients variables, qui conduisent, par une suite de différentiations, et pour $x = 0$, à une équation en n, de la forme

$$A_0 F(n) Y_0^{(n)} + A_1 F(n-1) Y_0^{(n-1)} + A_2 F(n-2) Y_0^{(n-2)} + \ldots + A_k F(n-k) Y_0^{(n-k)} = 0,$$

subsistant pour toutes les valeurs de n supérieures à un entier déterminé,

et où les coefficients A, ainsi que l'indice k, sont indépendants de n, c'est-à-dire constants.

» Évidemment, de pareilles équations différentielles linéaires appartiennent au genre d'équations différentielles dont j'ai déjà ([1]) intégré les trois premières espèces. L'espèce nouvelle qu'elles y forment, et qui constitue, si l'on veut, la quatrième espèce de ce genre, est caractérisée par la forme donnée plus haut pour la fonction $F(n)$.

» De cette forme de $F(n)$ et de l'équation en n qui précède résulte immédiatement ce fait que Y est la somme d'une série entière, ordonnée suivant les puissances ascendantes de x, et dont le terme général U_n se définit par l'égalité

$$U_n = \frac{p(p+1)(p+2)\ldots(p+n-1)}{1.2.3\ldots n} f(n) v_n x^n,$$

dans laquelle v_n est le terme général d'une série récurrente proprement dite, qui admet l'équation génératrice

$$A_0 x^k + A_1 x^{k-1} + A_2 x^{k-2} + \ldots + A_k = 0.$$

» Dès que l'on sait résoudre cette équation génératrice, on sait écrire v_n sous la forme d'un polynôme entier par rapport à n et par rapport à des exponentielles analogues à a^n, c'est-à-dire sous la forme attribuée déjà à $f(n)$. Le produit $f(n)v_n$ présentera la même forme. Il sera donc, lui aussi, le terme général d'une série récurrente proprement dite. Par conséquent, la série dont la somme donne Y appartiendra à l'espèce des séries que j'ai autrefois ([2]) sommées.

» Cette sommation permettra d'exprimer Y sous forme finie, c'est-à-dire d'intégrer, sous forme finie, l'équation différentielle linéaire donnée. L'intégrale ainsi obtenue sera d'ordinaire l'intégrale générale de cette équation différentielle. D'après ce qu'on sait sur la sommation considérée, cette intégrale se composera uniquement de fonctions algébriques rationnelles et d'expressions irrationnelles de la forme $(1 - ax)^p$.

» Ce procédé d'intégration, que je me borne à indiquer ici, repose théoriquement sur le développement de Y en série; mais, dans la pratique, il n'exige point du tout qu'on effectue ce développement. Dès que l'on a constaté que $F(n)$ est de la forme considérée et qu'on a résolu l'équation

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 3 février 1879.

([2]) *Ibid.*, séance du 7 avril 1879.

génératrice écrite ci-dessus, on peut, d'une façon très rapide et en quelque sorte mécanique, arriver à l'intégrale de l'équation différentielle linéaire donnée. »

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie des plaques vibrantes*. Note de M. É. MATHIEU.

« Dans les questions relatives au mouvement de la chaleur dans un corps homogène de forme quelconque, la solution générale est la somme d'une infinité de solutions simples formant une série convergente, et, si l'on désigne par u, u' deux quelconques de ces solutions simples, on a

$$(1) \qquad \int uu'\,dx\,dy\,dz = 0 \quad \text{ou} \quad \int uu'\,dx\,dy = 0,$$

l'intégrale s'étendant au volume du corps, ou, si le corps se réduit à une plaque plane et mince, à la surface de ce corps. Cette propriété résulte de la formule de Green, si le corps est isotrope, ou de cette formule généralisée (*Journal de Liouville*, 1870; *Sur la généralisation du premier et du second potentiel*) s'il s'agit d'un corps cristallisé.

» La solution générale du mouvement vibratoire des membranes se compose également d'une série de termes dont deux quelconques satisfont à la seconde équation (1). Enfin on a une propriété semblable pour la solution du problème de la lame vibrante, supposée ou appuyée, ou encastrée, ou libre à l'une ou l'autre de ses extrémités.

» Cette propriété remarquable, appartenant aux solutions simples, tient essentiellement aux conditions aux limites auxquelles satisfont ces fonctions.

» M'appuyant sur la simplicité des résultats de l'expérience relatifs aux mouvements vibratoires des plaques, j'en avais conclu que les conditions aux limites, dans les plaques à bords libres, doivent être telles que deux termes quelconques de la solution satisfassent à la seconde équation (1) (*Journal de Liouville*, 1869; *Sur le mouvement vibratoire des plaques*). Cette remarque m'avait paru une objection à l'admission des équations données par M. Kirchhoff pour les deux conditions au contour des plaques libres, car je les croyais incompatibles avec la formule (1). Ayant repris depuis peu la question des plaques vibrantes, j'ai obtenu la conviction que les deux conditions au contour, données par M. Kirchhoff, sont les véritables. J'ai donc essayé de nouveau de démontrer que, d'après ces conditions, deux solutions simples de ce problème satisfont à l'équation (1), et

j'y suis en effet parvenu. Il en résulte que ce qui me paraissait une objection aux formules de M. Kirchhoff vient au contraire en confirmation de ces formules.

» Je vais indiquer les principes de ma démonstration. Soit une fonction u satisfaisant, dans l'intérieur du contour s, à l'équation

$$\Delta\,\Delta u = l^4 u,$$

et, sur ce contour, aux deux équations

$$\begin{aligned}
o = &\left(\frac{d^3 u}{dx^3} + \frac{d^3 u}{dx\,dy^2}\right)\cos\nu + \left(\frac{d^3 u}{dx^2\,dy} + \frac{d^3 u}{dy^3}\right)\sin\nu \\
&+ \frac{1+\theta}{1+2\theta}\,\frac{d}{ds}\left[\left(\frac{d^2 u}{dx^2} - \frac{d^2 u}{dy^2}\right)\sin\nu\cos\nu + \frac{d^2 u}{dx\,dy}(\sin^2\nu - \cos^2\nu)\right], \\
o = &\frac{d^2 u}{dx^2}\cos^2\nu + 2\frac{d^2 u}{dx\,dy}\sin\nu\cos\nu + \frac{d^2 u}{dy^2}\sin^2\nu + \frac{\theta}{1+\theta}\left(\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2}\right)
\end{aligned}$$

(*voir* KIRCHHOFF, *Journal de Crelle*, t. 40, et sa *XXX*^e *Leçon sur la Physique mathématique*), ν étant l'angle avec l'axe des x de la normale menée à l'intérieur du contour. Soit u' une fonction satisfaisant aux mêmes équations, dans lesquelles u est remplacé par u' et l par l'. On a la formule

$$(2)\quad (l^4 - l'^4)\int uu'\,dx\,dy = \int\left(u\frac{d\,\Delta u'}{dn} - u'\frac{d\,\Delta u}{dn}\right)ds + \int\left(\Delta u\frac{du'}{dn} - \Delta u'\frac{du}{dn}\right)ds,$$

que j'ai démontrée (*Journal de Liouville*, 1869 : *Sur l'équation* $\Delta\,\Delta u = o$, etc.). Voici maintenant les principales formules de ma démonstration. En supposant que l'élément normal dn à la courbe s est rectiligne, on a

$$\left(\frac{d^2 u}{dx^2} - \frac{d^2 u}{dy^2}\right)\sin\nu\cos\nu - \frac{d^2 u}{dx\,dy}(\cos^2\nu - \sin^2\nu) = \frac{d\frac{du}{ds}}{dn},$$

$$\frac{d\frac{du}{dn}}{ds} = \frac{d\frac{du}{ds}}{dn} - \frac{du}{ds}\frac{d\nu}{ds},$$

$$\frac{d^2 u}{dx^2}\sin^2\nu - 2\frac{d^2 u}{dx\,dy}\sin\nu\cos\nu + \frac{d^2 u}{dy^2}\sin^2\nu = \frac{d\frac{du}{ds}}{ds} - \frac{du}{dn}\frac{d\nu}{ds}.$$

» D'après cela, les deux équations au contour deviennent

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{d\,\Delta u}{dn} &= -A\frac{d}{ds}\frac{d\frac{du}{ds}}{dn}, \\
\Delta u &= A\left(\frac{d\frac{du}{ds}}{ds} - \frac{du}{dn}\frac{d\nu}{ds}\right),
\end{aligned}\right.$$

A désignant la constante $\frac{1+\theta}{1+2\theta}$. Remplaçons dans l'équation (2) les quantités des premiers membres des deux équations (3) et de celles que l'on obtient en y changeant u en u' par celles des seconds membres. Par des intégrations par parties, on pourra démontrer que le second membre de l'équation (2) est nul et l'on en conclura le théorème à démontrer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les combinaisons complètes; nombre des combinaisons complètes de m lettres n à n.* Note de M. **A.-G. Melon.**

« Appelons $a, b, c, d, \ldots, k, l$ les m lettres données. Prenons pour auxiliaires un certain nombre de lettres grecques $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$, auxquelles nous attribuerons successivement des valeurs convenables et arbitraires. On combinera n à n, à la manière ordinaire, l'ensemble de toutes les lettres françaises et grecques réunies, et l'on ne considérera que les groupes où il entrera au moins une lettre française. On voit par là qu'il suffit que le nombre des lettres grecques considérées soit égal à $(n-1)$. En combinant ces $(m+n-1)$ lettres n à n, à la manière ordinaire, on obtient les expressions $\Sigma m_1 \alpha_{n-1}$, $\Sigma m_2 \alpha_{n-2}$, $\ldots$, $\Sigma m_{n-1} \alpha_1$, Σm_n. Dans $\Sigma m_1 \alpha_{n-1}$, chaque terme contient une lettre française et $(n-1)$ grecques; dans $\Sigma m_2 \alpha_{n-2}$, deux lettres françaises et $(n-2)$ grecques, etc.; dans $\Sigma m_{n-1} \alpha_1$, $(n-1)$ lettres françaises et une grecque. Σm_n contient seulement des lettres françaises et exprime l'ensemble des combinaisons ordinaires n à n des m lettres françaises données.

» Par des valeurs convenables données aux lettres grecques, nous allons successivement obtenir les combinaisons complètes cherchées où il n'entre d'abord qu'une lettre, puis deux, puis trois, etc. Dans $\Sigma m_1 \alpha_{n-1}$, rendons toutes les lettres grecques égales à la lettre française; nous obtenons Σa^n, qui renferme m termes. Dans $\Sigma m_2 \alpha_{n-2}$, rendons égales à la première lettre française successivement $(n-2)$, $(n-3)$, $(n-4)$, $\ldots$, 0 des lettres grecques, tandis que nous égalerons à la deuxième lettre française restante chacune des lettres grecques restantes. Nous obtenons $\Sigma a^{n-1} b$, $\Sigma a^{n-2} b^2$, $\ldots$, $\Sigma a b^{n-1}$. Le nombre des termes, pour chaque groupe de deux lettres françaises, est égal au nombre des combinaisons ordinaires $(n-2)$ à $(n-2)$ des $(n-1)$ lettres grecques; ce nombre est donc $(n-1)$. Or le nombre des groupes où deux lettres françaises se joignent aux groupes de $(n-2)$ lettres grecques égale le nombre des combinaisons ordinaires de m lettres

deux à deux, c'est-à-dire $\frac{m(m-1)}{1.2}$. Le nombre total des combinaisons complètes où il n'entre que deux lettres sera donc $\frac{m(m-1)}{1.2}(n-1)$. On obtient ainsi toutes les combinaisons complètes renfermant deux lettres; car de $(a^{n-1}b)$ à (ab^{n-1}), il y a $(n-1)$ groupes et pas d'autres, et, comme ces groupes se répètent en même nombre pour chaque combinaison de m lettres deux à deux, nous aurons bien pour le nombre total $\frac{m(m-1)}{1.2}(n-1)$, et n'en aurons pas d'autres.

» Nous obtiendrons d'une manière analogue toutes les combinaisons complètes où entrent trois lettres. Si dans $\Sigma m_3 \alpha_{n-3}$ nous prenons un terme (abc, α_{n-3}), on voit, comme plus haut, que le nombre des combinaisons complètes que fournit ce terme égale le nombre des combinaisons ordinaires des $(n-1)$ lettres grecques $(n-3)$ à $(n-3)$. Ce nombre est $\frac{(n-1)(n-2)}{1.2}$. Comme il se trouve $\frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}$ groupes de trois lettres françaises (tels que abc), on aura, pour le nombre des combinaisons complètes où entrent trois lettres, l'expression

$$\frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}\,\frac{(n-1)(n-2)}{1.2}.$$

Pareillement, le nombre des combinaisons complètes qui contiennent quatre lettres est égal à $\frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}\,\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3}$, etc. Pour avoir le nombre des combinaisons complètes de m lettres n à n, on a donc à faire la somme

$$m+\frac{m(m-1)}{1.2}(n-1)+\frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}\,\frac{(n-1)(n-2)}{1.2}+\ldots$$
$$+\frac{m(m-1)\ldots(m-n+2)}{1.2\ldots(n-1)}\,\frac{n-1}{1}+\frac{m(m-1)\ldots(m-n+1)}{1.2\ldots n}.$$

Considérons les deux développements

$$(1)\quad (x+1)^m = x^m + mx^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1.2}x^{m-2} + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}x^{m-3} + \ldots,$$

$$(2)\quad \left(\frac{1}{x}+1\right)^{n-1} = \frac{1}{x^{n-1}} + \frac{n-1}{1}\,\frac{1}{x^{n-2}} + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2}\,\frac{1}{x^{n-3}} + \ldots.$$

» Multiplions membre à membre; nous aurons $(x+1)^m\left(\frac{1}{x}+1\right)^{n-1}$ = un ensemble de termes de divers degrés + une somme de termes de degré

$(m - n)$ en x. Cette dernière contient précisément les coefficients que nous voulons sommer. On s'en assure, dans les développements (1) et (2), en multipliant entre eux les termes de même rang. Dans la valeur du produit des deux développements, nous allons chercher le terme de degré $(m - n)$; son coefficient exprimera la somme cherchée.

On a $(x + 1)^m \left(\frac{1}{x} + 1\right)^{n-1} = \frac{(x+1)^{m+n-1}}{x^{n-1}}$. Le terme général du développement sera $\frac{(m+n-1)(m+n-2)\ldots(m+n-1-p)}{1.2\ldots(p+1)} x^{m-p-1}$.

» Posons $m - p - 1 = m - n$; on tire $p = n - 1$. Le coefficient devient

$$\frac{(m+n-1)(m+n-2)\ldots m}{1.2.3\ldots n},$$

nombre des combinaisons ordinaires de $(m + n - 1)$ lettres n à n. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur une opinion que m'attribue une Note de M.* Cornu. Note de M. Gouy.

« Dans ma première Note sur la propagation de la lumière ([1]), pour éclaircir par un exemple le sens des propositions énoncées, j'ai donné l'équation suivante :

$$\eta = 2a \cos 2\pi k(x - Vt) \sin 2\pi \left(\frac{t}{\theta} - \frac{x}{l}\right).$$

» Relativement à cette équation, je m'exprimais ainsi :

« Chaque onde se propage, en général, en variant d'amplitude, en sorte que la vitesse des ondes et la vitesse de transport de l'amplitude sont deux quantités différentes. On peut en donner un exemple bien simple » (p. 878).

» Puis venait la démonstration de la possibilité du mouvement défini par cette équation, puis une courte discussion, et j'ajoutais :

« Rien de tout cela n'aurait lieu si le milieu était dépourvu de dispersion, et cet exemple suffit à montrer la nécessité de ne pas se borner à de tels milieux et de traiter la question à un point de vue plus général. Après avoir examiné quelques mouvements simples et compatibles avec la constitution d'un milieu isotrope, nous nous occupons des formules générales. La discussion des résultats montre, etc. » (p. 879).

([1]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 877.

» Dans une seconde Note ([1]), je revenais sur ce sujet en ces termes :

« J'ai montré, par un exemple auquel on peut joindre les *mouvements simples* de Cauchy, qu'il peut exister dans un milieu dispersif, etc. »

» Ainsi il s'agissait bien d'un *exemple*, et j'étais en droit d'espérer qu'il n'y aurait pas de méprise sur le sens de cette équation.

» Cependant, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de la dernière séance ([2]), M. Cornu réfute en détail cette équation, qu'il envisage comme l'expression donnée par moi du mouvement vibratoire sur le faisceau qui sort du collimateur, dans l'expérience de la roue dentée. Comme cette équation ne contient ni la vitesse angulaire de la roue dentée, ni le nombre des dents, ni aucune des données physiques du problème, ce serait là une solution bien singulière. M. Cornu est de cet avis et s'exprime ainsi ([3]) :

« La période Θ (des émissions ou des extinctions du faisceau) serait donc, au contraire, une fonction déterminée des périodes vibratoires de la lumière employée, ce qui est évidemment absurde. »

» Le lecteur appréciera si les textes qu'il a sous les yeux doivent être interprétés de cette manière. »

SPECTROSCOPIE. — *Minimum du pouvoir de résolution d'un prisme.* Note de M. Thollon.

« En se reportant à une Note des *Comptes rendus* (14 juillet 1879) sur le minimum de dispersion d'un prisme et à la figure qui l'accompagne, on verra que l'équation

$$\sin r_1 = \sin A \sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \cos A \sin i, \tag{1}$$

différentiée par rapport à n, conduit à l'expression

$$dr_1 = \frac{\sin A}{\cos r \cos r_1} dn. \tag{2}$$

La même équation, différentiée par rapport à i, donne

$$\delta r_1 = -\frac{\cos i \cos i_1}{\cos r \cos r_1} di, \tag{3}$$

où δr représente le nouvel accroissement de r_1.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 34.

([2]) *Loc. cit.*, p. 53.

([3]) *Loc. cit.*, p. 56.

» Or, dn étant la différence d'indice de deux radiations simples très voisines, dr_1 est l'angle que font ces radiations à la sortie du prisme. De même, di représentant la largeur angulaire de la fente vue à travers le collimateur, δr_1 sera la largeur angulaire de cette fente vue à travers le prisme. La relation (2) donne donc la *distance* angulaire des deux raies correspondant aux deux radiations considérées, et la relation (3) leur *largeur*. Divisant l'une par l'autre, on a

$$(4) \qquad \frac{dr_1}{\delta r_1} = -\frac{\sin A}{\cos i \cos i_1} \frac{dn}{di}.$$

» Le rapport entre la *distance* et la *largeur* des deux raies est ce que j'appelle le *pouvoir de résolution* du prisme, et l'expression (4) détermine ce pouvoir. En la comparant à l'équation (2), on voit que, A, dn et di conservant des valeurs constantes, les produits variables $\cos r \cos r_1$ et $\cos i \cos i_1$ sont des fonctions symétriques, qui varient en sens inverse entre les mêmes limites et en passant par un maximum identique. Le maximum de l'une correspondant approximativement à

$$r = n^2 i_1,$$

le maximum de l'autre correspondra de même à

$$i_1 = n^2 r.$$

» Il y a donc un *minimum de résolution*, comme il y a un *minimum de dispersion*, et ils sont l'un et l'autre rigoureusement symétriques par rapport au *minimum de déviation*. Expérimentalement, ils ne peuvent être étudiés que pour des valeurs de A et de n qui donnent $\sin r < \frac{1}{n}$, quand $r = n^2 i_1$.

» En appelant δ le pouvoir dispersif, ρ le pouvoir de résolution, et faisant $di = 1$, les formules (2) et (4) s'écriront

$$\delta = \frac{\sin A}{\cos r \cos r_1} dn,$$

$$\rho = \frac{\sin A}{\cos i \cos i_1} dn.$$

» Si l'on prend $A = 50°$ et $n = 1,6$, les valeurs de δ et de ρ, calculées

pour quelques incidences convenablement choisies et contenues dans le Tableau suivant, mettront en évidence la loi du phénomène :

	δ.	ρ.
$i = 90°$	1,034	∞
$r = n^2 i_1$	1,027	2,301
$i = r_1$	1,147	1,147
$i_1 = n^2 r$	2,301	1,027
$r_1 = 90°$	∞	1,034

» On voit par là que, si l'on passe graduellement de l'incidence rasante à l'émergence rasante, δ décroît d'abord, passe par un minimum et tend ensuite vers l'infini.

» Les valeurs de ρ suivent la marche précisément inverse. Mais il est bon de remarquer que, à partir du minimum de dispersion, le rapport ρ entre la distance et la largeur des raies reste à peu près constant, de sorte qu'on ne gagne rien, au point de vue de la résolution, en diminuant les incidences pour accroître la dispersion.

» Une expérience très simple vérifie cette théorie. Un prisme en flint très dispersif est disposé sur la platine d'un spectroscope, dans la position du minimum de déviation pour les raies D. La fente, éclairée par une flamme de soude, est juste assez large pour que les deux raies soient en contact et n'en forment qu'une. Si l'on fait tourner le prisme autour de son axe, en faisant *croître l'incidence*, les deux raies ne tardent pas à se séparer et à devenir parfaitement distinctes, bien que leur distance diminue. A l'aide de mesures très délicates, on pourrait constater que cette distance passe par un minimum quand le prisme satisfait à la condition $\sin r < \frac{1}{n}$ pour la valeur $r = n^2 i_1$; mais elle varie très peu jusqu'à l'incidence rasante, tandis que la largeur des raies diminue jusqu'à devenir nulle. Si au contraire, en partant du minimum de déviation, on fait tourner le prisme en faisant *décroître l'incidence*, la bande s'élargit sans se résoudre; bien plus, si dans la première position les raies D sont séparées par un intervalle obscur, on voit que cet intervalle tend à disparaître, car, jusqu'au minimum de dispersion, les raies s'élargissent plus qu'elles ne se séparent. Dans cette seconde phase de l'expérience, la valeur de ρ varie très peu. »

OPTIQUE. — *Sur la production de signaux intermittents à l'aide de la lumière électrique*. Deuxième Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« Dans une précédente Communication (voir *Comptes rendus*, t. XCI, p. 982), j'ai indiqué une méthode générale, pratique et économique de produire des signaux intermittents à l'aide de sources lumineuses intenses.

» J'ai donné un exemple de réalisation de cette méthode, relatif à l'emploi d'une lampe à pétrole alimentée par l'oxygène (¹).

» Je me propose aujourd'hui d'indiquer sommairement un autre exemple, relatif à l'emploi économique de la lumière électrique, produite à la manière ordinaire à l'aide de deux crayons de charbon entre lesquels jaillit un arc.

» Si l'on veut faire ainsi des signaux intermittents de durée variable comme ceux qu'on emploie en Télégraphie optique dans le système Morse, *en ne fermant le circuit de la pile que lorsque cela est nécessaire*, il faut produire successivement les opérations mécaniques suivantes : 1° mettre les charbons au contact pour faire passer le courant; 2° les relever immédiatement et les placer pendant un temps convenable à une distance permettant à l'arc électrique de se produire et de se maintenir; 3° briser l'arc au bout de ce temps et remettre les organes mécaniques en état de recommencer les mêmes opérations quand on le voudra. Il faut d'ailleurs que ces opérations s'exécutent indépendamment de l'usure des charbons.

» Voici un moyen de réaliser ces effets :

» L'un des charbons est horizontal, et il est animé d'un mouvement par-

---

(¹) M. A. Crova, dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. XCI, p. 1061, a réclamé la priorité de l'emploi d'une lampe à huile alimentée par l'oxygène d'une manière intermittente. Sa réclamation est fondée sur une indication de ses expériences, donnée dans une courte Note présentée à l'Académie par M. Dumas, au nom de Le Verrier, le 13 mars 1871. Cette Note m'ayant échappé, et les expériences et appareils de M. Crova n'ayant d'ailleurs jamais été publiés, ni décrits, je ne les connaissais pas lorsqu'en 1872 j'ai commencé à m'occuper de cette question, et qu'en 1876 j'ai commencé à faire construire par M. Duboscq mes appareils, dont je n'ai pas voulu publier même le principe avant de les avoir soumis à des essais pratiques. Il résulte des explications données dans la Note récente de M. Crova que, sauf très probablement les détails, l'agencement des appareils, et le mode d'emmagasinement de l'oxygène pour le transport, il a obtenu avant moi, je le reconnais bien volontiers, les mêmes résultats en réalisant la même idée.

ticulier que j'indiquerai plus loin. L'autre charbon est vertical et dans le même plan que le premier; il est en communication permanente avec l'un des pôles de la pile à l'aide d'un boudin flexible de fil conducteur; il est à la fois guidé et serré par les bras d'une pince élastique qui a à peu près la forme de la lettre grecque Ω, dont les deux traits horizontaux seraient inclinés à 45° environ. La pince est fixée à l'extrémité d'un levier horizontal dont l'autre extrémité porte une tige verticale terminée par un galet.

» Ce galet roule sur la circonférence d'un disque portant une came dont le profil se compose : d'un plan incliné P, dont le premier élément est tangent à la circonférence et s'élève ensuite rapidement à 45° environ; puis d'une arête vive A; d'un plan P′ passant par le centre et très court, d'où résulte une chute *brusque* du galet; puis d'un cylindre C parallèle au disque, sur lequel le galet peut rester pendant un temps déterminé si le disque est mû par un appareil d'horlogerie, pendant le temps qu'on voudra si le disque est mû à la main; puis, enfin, d'un autre plan P″ passant par le centre et aboutissant au disque.

» On comprend alors que l'extrémité du charbon vertical suit *en sens inverse* les mouvements du galet : quand celui-ci monte sur le plan P, la pointe du charbon s'approche du charbon horizontal; quand le galet arrive sur l'arête A, le contact des deux charbons a lieu. L'arc se forme pendant la chute du galet le long du plan P′, chute dont la hauteur est d'environ $0^{m},002$; il dure pendant tout le temps que le galet est maintenu sur le cylindre C, temps pendant lequel la distance du galet au centre ne change pas et la longueur de l'arc ne change que par suite de l'usure des charbons. Enfin l'arc est brisé quand s'opère la seconde chute du galet le long du plan P″. A ce moment, les choses sont ramenées en l'état primitif.

» Pour remédier à l'usure des charbons, deux butoirs taillés en biseau sont disposés au-dessous des deux branches inclinées de la pince qui serre le charbon supérieur et placés de manière que, lorsque le galet arrive sur l'arête A, ils écartent assez les branches de la pince pour que le charbon vertical, *lâché* par elles, tombe sur le charbon horizontal et établisse le contact; puis, quand le galet commence sa chute le long du plan P′, la pince ressaisit *immédiatement* le charbon et le relève pour que l'arc se forme. De cette manière, quelle que soit l'usure du charbon vertical, on est certain que le contact sera établi à chaque signal : rien n'empêche, d'ailleurs, de donner à ce charbon $0^{m},50$ ou plus de longueur.

» Quant au charbon horizontal, il est fixé à une tige métallique guidée et terminée par une crémaillère; une dent fixée sur l'axe du disque s'en-

gage dans la crémaillère après chaque signal et la fait avancer d'une petite quantité. On change ainsi le contact des deux charbons après chaque signal, et le charbon horizontal est usé peu à peu suivant l'une de ses génératrices.

» Si l'on veut reproduire le même signal constamment à des intervalles de temps périodiques, comme cela semble convenable pour les phares, on place sur le disque une ou plusieurs cames qui ne diffèrent que par la longueur du cylindre C, afin de produire des éclats lumineux plus ou moins longs (comme les points et les traits de l'alphabet Morse); on fait d'ailleurs mouvoir le disque transmetteur par un appareil d'horlogerie, qui peut être assez grossier.

» Si l'on veut faire des signaux quelconques, une came suffit. On fait tourner le disque à la main, en laissant plus ou moins longtemps le galet sur le cylindre C. On peut d'ailleurs transformer ce mouvement en un autre alternatif, analogue à celui du manipulateur de l'appareil Morse. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Observations à propos d'une Communication récente de M.* Dunand, *sur un procédé pour faire reproduire la parole aux condensateurs électriques.* Note de M. C. **Herz.**

« Dès le commencement de l'année dernière, j'avais réalisé diverses dispositions, dont l'une est fondée sur le principe qui a servi à M. Dunand [1] pour obtenir du condensateur la parole articulée, tant sur les circuits locaux que sur les lignes télégraphiques. Du reste, l'usage du condensateur comme récepteur téléphonique a été breveté par moi à la date du 9 juin 1880.

» M. Th. du Moncel a été témoin de mes expériences dans le courant de ce même mois de juin; s'il n'en a pas entretenu l'Académie, c'est que je lui avais demandé le secret.

» La Lettre ci-jointe, que M. du Moncel me charge de faire parvenir à l'Académie, justifie ma réclamation :

« J'ai effectivement entendu la parole dans un condensateur, installé comme récepteur dans un circuit téléphonique animé par un microphone d'une disposition particulière, combinée par M. Herz. Ces expériences, qui m'ont paru très curieuses, ont été faites le 23 juin, boulevard Saint-Marcel; j'ai dû garder le silence à leur égard, sur l'invitation de l'inventeur. C'est pourquoi je n'en ai pas parlé, à l'occasion de la Note que M. Dunand m'a prié de présenter à l'Académie. »

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 3 janvier 1881.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Quelques faits pour servir à l'histoire de la nitrification.* Note de MM. P. **Hautefeuille** et **Chappuis**.

« I. Schönbein a publié de nombreuses réactions, corrélatives des combustions lentes, qui l'ont convaincu que les oxydations effectuées à une basse température jouent un rôle important dans la nitrification; les réactions signalées par cet illustre chimiste sont très complexes, et l'on sait que les interprétations qui en ont été données par ses commentateurs n'ont pas apporté tous les éclaircissements désirables, car les réactions intermédiaires, qui expliquent tous les phénomènes observés, n'ont été découvertes que récemment par M. Berthelot. Schönbein avait, d'une façon positive, attribué à la combinaison de l'ozone avec l'azote la formation des nitrates. M. Berthelot a établi que cette explication était inadmissible, puisque ces deux corps ne peuvent se combiner directement.

» La nitrification par production directe d'acide hypoazotique exige d'autre part de très fortes tensions électriques, et qui ne sont guère réalisées que dans les orages.

» II. Nous avons constaté que les effluves électriques, assez intenses pour faire beaucoup d'ozone en peu de temps, et qui cependant n'atteignent pas les tensions nécessaires à la formation d'acide hypoazotique dans un mélange d'oxygène et d'azote, jouissent de la propriété de former aux dépens de ce mélange un composé oxygéné de l'azote instable et dont on peut déceler des traces à l'aide du spectroscope.

» Il nous a paru intéressant de rechercher quelle variation subissait la production de ce composé quand on faisait décroître la tension électrique depuis la tension limite qui cesse de donner ce corps, pour produire l'acide hypoazotique, jusqu'aux tensions les plus faibles qui soient capables de transformer l'oxygène en ozone.

» On sait, par les expériences de M. Berthelot, que la production de l'ozone décroît plus vite que la longueur de l'étincelle qui règle l'intensité de l'influence (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 448). Nous devions donc nous demander si, avec des décharges très faibles, il serait encore possible de constater par le spectroscope la présence dans l'ozone d'un composé oxygéné de l'azote.

» Nous avons soumis dans un tube à effluves, à surfaces concentriques distantes de $0^m,002$, un mélange d'oxygène et d'azote à l'action des faibles

décharges électriques d'une bobine de Ruhmkorff de $0^m,06$ de longueur, donnant une étincelle de $0^m,004$ au plus. L'ozone formé est si dilué, que ses bandes d'absorption ne sont pas visibles avec une colonne gazeuse de 2^m. Cependant, on soupçonne la plus intense des bandes du spectre du composé oxygéné. Nous avons contrôlé ce résultat par un artifice qui consiste à chauffer le courant gazeux avec une lampe à alcool : les bandes de l'acide hypoazotique, provenant de la décomposition que l'on détermine par cette élévation de température, apparaissent dans le vert et le bleu, ne laissant ainsi aucun doute sur la formation d'un composé oxygéné de l'azote, malgré la faible tension électrique employée.

» Les causes qui amènent un ralentissement très grand dans la production de l'ozone ne suppriment donc pas d'une façon absolue la formation de l'acide nouveau.

» Nous avons alors augmenté progressivement la tension électrique et constaté que la proportion du composé oxygéné de l'azote croît assez régulièrement. La bobine de Ruhmkorff de petit modèle a été remplacée par une plus forte, et nous avons cessé nos essais, dans la crainte de briser notre appareil, alors que la machine pouvait donner une étincelle de $0^m,07$, sans avoir pu réussir à former de l'acide hypoazotique. Nous avions prévu ce fait, puisque M. Berthelot a démontré que la production d'acide hypoazotique nécessite l'emploi des tensions les plus fortes qu'on puisse réaliser avec les appareils de Ruhmkorff.

» La formation de l'acide pernitrique semble donc suivre une marche analogue à celle de la production de l'ozone. L'analogie semble complète si l'on admet que l'acide hypoazotique obtenu à partir d'une certaine tension est un produit de réaction secondaire : l'étincelle forme moins d'ozone que l'effluve, parce qu'elle porte les gaz à une température où l'ozone est partiellement détruit; une très forte effluve ou une étincelle forme l'acide pernitrique, mais porte en même temps ce gaz à une température où sa décomposition en acide hypoazotique est rapide.

» III. Nous avons cherché, pour vérifier ces idées, à rendre manifeste le rôle de la chaleur dans la production de l'acide hypoazotique. Il était utile, pour cela, de connaître bien exactement les conditions de la décomposition du nouvel acide sous l'influence de la chaleur seule.

» Nous avons constaté que l'acide pernitrique se décompose à toutes les températures, mais qu'à 130° la décomposition est complète en quelques instants; les produits de la décomposition sont, dans ces conditions, de l'acide hypoazotique et de l'oxygène.

» La production simultanée d'ozone et d'acide pernitrique par l'effluve ne peut-elle pas permettre d'affirmer que les gaz n'ont pas été portés par le passage de l'électricité à une température voisine de celle-là? La production d'acide hypoazotique ne peut-elle pas permettre de conclure que cette température a été dépassée?

» La réponse ne paraît pas douteuse après des expériences nombreuses, dans lesquelles nous avons cherché avec succès à faire acquérir aux effluves, qui fournissaient l'acide pernitrique, la propriété de donner de l'acide hypoazotique, en élevant artificiellement la température du gaz soumis à l'influence électrique. Nous n'en citerons que deux : la tension électrique étant mesurée par une étincelle de $0^m,03$, il a fallu porter l'appareil tout entier à 80° pour voir succéder à la production de l'acide pernitrique celle de l'acide hypoazotique; dans une autre, la tension étant mesurée par une étincelle de $0^m,07$, il a suffi d'une température de 65° pour déterminer cette décomposition.

» En résumé, dans les limites où nous avons opéré, on peut donc, à une tension donnée, obtenir à des températures différentes l'acide pernitrique ou l'acide hypoazotique.

» IV. La conséquence de ces faits, c'est que des effluves correspondant à des tensions assez faibles peuvent fournir de l'acide nitrique, produit ultime de la décomposition de l'acide pernitrique.

» Mais, pour pouvoir admettre que ces effluves, si elles se produisent dans l'atmosphère, déterminent la nitrification, il faut que la vapeur d'eau ne s'oppose pas à la formation du composé oxygéné de l'azote; or nous avons constaté que les bandes caractéristiques de ce corps ne se trouvent plus dans l'ozone préparé avec l'air incomplètement desséché. Mais alors, quand on fait passer à la température ordinaire plusieurs litres d'air dans l'appareil à effluves, les parois de l'espace annulaire sont recouvertes d'un léger enduit acide qui fume fortement dans l'air humide. Ici encore on forme donc un acide qui possède une tension de vapeur très sensible.

» Si l'on opère dans des conditions différentes, avec de l'air saturé d'humidité et surtout dans un courant de vapeur d'eau, de façon à laver constamment l'appareil à effluves maintenu environ à 100°, on recueille de notables quantités d'acide nitrique. Nous avons pu, en faisant passer lentement 3^{lit} d'air avec de la vapeur d'eau, recueillir $0^{gr},054$ d'acide nitrique.

» La production de l'acide nitrique est donc possible dans ces conditions variées; pourtant, avant de chercher à faire l'application de ces faits aux

nitrières, il faudrait avoir des notions précises sur les tensions électriques observées dans les régions du globe où l'on constate l'existence et la production d'abondants dépôts de nitrates. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la conservation des grains par l'ensilage.* Note de M. A. **Müntz**.

« J'ai montré que les grains placés à l'air produisent des quantités d'acide carbonique bien plus grandes que les grains conservés en vases clos. En examinant comparativement des lots de grains conservés à l'air ou ensilés, on devait donc s'attendre à trouver des différences dans leur composition.

» Nous citons, comme exemple, de l'avoine dont nous avons examiné comparativement deux lots, dont l'un avait été ensilé pendant trente mois, et dont l'autre était resté en tas, dans un grenier aéré, pendant le même temps. Comme point de repère, nous avons pris le nombre de grains, élément qui ne varie pas. Les résultats sont frappants. Le lot conservé à l'air avait perdu 7,2 pour 100 de sa matière fixe de plus que l'avoine ensilée; l'analyse a montré que cette perte portait surtout sur l'amidon, qui avait diminué de 6 pour 100 de grain. La protéine avait subi une diminution plus faible, mais nullement négligeable. Cette perte, portant sur les éléments les plus utiles du grain, lui enlève une partie de sa valeur nutritive.

» Citons encore du maïs resté à l'air pendant seize mois, qui avait perdu environ 10 pour 100 de son poids de matière fixe en plus de ce qu'avait perdu le même maïs ensilé. Cette déperdition est due en partie aux phénomènes de combustion, en partie à l'action mécanique des pelletages fréquents auxquels on est forcé de soumettre le grain conservé à l'air. Par l'ensilage, on évite donc une déperdition notable de substance, et des frais de manutention qui sont loin d'être négligeables.

» Les silos sur lesquels ont porté nos observations sont des réservoirs prismatiques en tôle, d'une capacité de 220^{mc} chacun; leur partie inférieure se trouve renfermée dans un sous-sol et, par suite, maintenue à une température presque constante; la partie supérieure, au contraire, est soumise aux variations de la température extérieure. Aussi se produit-il une distillation vers la partie supérieure, plus sujette au refroidissement.

Exemple. — Dans un silo rempli d'avoine depuis quatre mois on a trouvé :

Profondeur.	Eau pour 100 de grain.
m	
6	13
4	15
2	18
0,25	25

» Dans les parties superficielles on a trouvé jusqu'à 50 pour 100 d'eau.

» Le grain, à ce degré d'humidité, devient rapidement impropre à la consommation; mais, dans les silos dont les parties supérieures sont préservées des variations de température par des corps peu conducteurs, cet effet ne se manifeste que dans des limites très restreintes.

» La température, dans le sein de la masse, se répartit d'une manière analogue, les parties les plus humides s'échauffant davantage.

» *Exemple :*

Profondeur.	Température du grain.
m	o
6	14
4	16
2	19
0,30	25
Dans les parties superficielles	48

» Quant à l'atmosphère du silo, elle serait uniquement formée d'acide carbonique et d'azote, si les fermetures étaient parfaites; mais cette condition se réalise rarement, et, le plus souvent, l'introduction d'air est assez forte pour que, même dans les parties inférieures, on ait pu retrouver de petites quantités d'oxygène. Cette introduction d'oxygène est funeste; elle détermine la germination dans les parties superficielles; par le fait de la végétation, l'eau est attirée en forte proportion. Aussi, après la mort du germe, ces parties deviennent-elles le noyau d'une altération qui s'étend très loin. C'est surtout sous les bouches de remplissage, dont la fermeture est insuffisante, que ce fait se produit.

» Ces effets, qui se traduisent par une déperdition du grain, sont d'autant plus intenses que le grain ensilé est plus humide.

» L'état de l'air au moment de l'ensilage exerce aussi une influence. Nos nombreuses observations nous conduisent à choisir des temps secs et froids.

» Pour que l'ensilage des grains donne les résultats précieux dont cette

méthode de conservation est susceptible, il est donc indispensable de réunir trois conditions : la siccité relative du grain, une fermeture parfaite du silo, et le maintien des parois à une température sensiblement constante. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Etude sur les tourbes des terrains cristallisés du Finistère.* Note de M. DE MOLON (Extrait).

« En 1872, les tourbes de la vallée de l'Aven (Finistère) fixèrent mon attention d'une manière toute spéciale. Les plantes dont elles sont formées sont principalement des Mousses, dont les plus importantes sont les Sphaignes (*Sphagnum acutifolium*, *Sphagnum cymbifolium*). Ces végétaux croissent exclusivement par leur sommet; à mesure que les parties supérieures s'élèvent, les parties inférieures meurent, et se transforment en tourbe. D'autres Mousses, telles que les Hypnum, des Presles (*Equisetum palustre*) et de nombreux Phanérogames (Cypéracées, Graminées, etc.) concourent, pour une bien plus faible partie, à la même transformation. Enfin, souvent on rencontre dans ces tourbes des arbres entiers.

» Dans un foyer d'appartement, ces tourbes s'allument très facilement, brûlent avec une très longue flamme, sans laisser de fumerons; elles donnent de 4 à 7 pour 100 de cendres légères, souvent moins, très rarement plus; elles ne renferment que 0^{kg},620 de soufre pour 100. Les essais qui en ont été faits pour le chauffage des locomotives des chemins de fer ont parfaitement réussi.

» Dans les cinq départements de la Bretagne, la tourbe occupe une étendue de plusieurs milliers d'hectares; les gisements en sont généralement très disséminés, sauf sur quelques points (¹). Mais la tourbe de ces nombreux gisements est loin d'avoir la même qualité; celle qui est formée dans les grandes dépressions, sujettes aux inondations, renferme toujours de notables proportions de sable et d'argile, tandis que celle de certaines vallées secondaires n'en contient pour ainsi dire pas.

» Les essais que j'ai fait faire avec de la tourbe de la vallée de l'Aven, pour la production du gaz d'éclairage, révélèrent une propriété extrêmement curieuse de cette matière. Traitée par les dissolvants appropriés, elle donna, dans une proportion considérable, une matière d'aspect intermédiaire entre la résine et la cire, matière que les tourbes de diverses prove-

---

(¹) Le relevé parcellaire que j'en ai fait occupe cent quatorze feuilles de papier grand aigle.

nances ne fournissent qu'en quantité à peine appréciable, et encore dans une tourbe de Hollande seulement. Les essais pour gaz ont donné :

	Gaz épuré.	
	Pouvoir éclairant. Dépense de gaz pour égaler 42gr d'huile brûlée dans une lampe Carcel.	Rendement en gaz, ramené au pouvoir éclairant réglementaire de 105lit.
Gaz de houille de la ville de Paris.	lit 105	
Tourbe de la vallée de l'Aven (Finistère)....	90	mc 35
Tourbe de Daours (Somme)...............	200	14
Tourbe de la vallée de la Voulzie, près Provins (Seine-et-Marne).....................	288	9,40
Tourbes de Hollande (collection réunie de tourbe longue de Smilde, province de Drente, nord-est de la Hollande)...............	159	22

» Pour opérer l'extraction des produits constituants de cette tourbe, j'ai demandé à M. Durin, chimiste, de me prêter son concours : je joins ici le résumé de son étude :

« Par l'épuisement des tourbes à l'aide de divers dissolvants, sulfure de carbone, essences de pétrole, benzine, on obtient de 17 à 18 pour 100 d'une masse paraffinée sèche, brune, cassante, fondant à 50° environ, mais dont la purification ultérieure est extrêmement difficile. Cette masse paraffineuse ne peut être blanchie par cristallisation; les matières colorantes solubles à chaud, insolubles à froid, comme les carbures que l'on veut faire cristalliser par dissolution, se précipitent constamment avec les produits cristallisés.

» La tourbe reste aussi imprégnée du dissolvant employé; il faut recueillir ce dissolvant par distillation et ensuite carboniser le résidu pour en obtenir du coke. Ce mode d'extraction oblige donc à faire, en détail et d'une façon coûteuse, la plupart des opérations qu'on fait en une seule fois par la distillation directe de la tourbe.

» Mais la distillation sèche de la tourbe présente aussi de graves défauts ; sans parler de la rapide détérioration des appareils, de la dépense considérable de chaleur, par la distillation on décompose une quantité notable de produits solides. Cette décomposition était rendue évidente, avant qu'elle fût confirmée par l'analyse, par le volume de gaz extrêmement éclairant qui se dégage pendant la distillation (de 33mc à 34mc par 100kg de tourbe).

» Les produits de la distillation renferment plus d'huiles et moins de produits solides ue les goudrons obtenus par dissolvants.

» Après de longues recherches, nous avons adopté un appareil [1] permettant de distiller la tourbe dans le vide, à une température de 300° au maximum et sous l'influence d'un courant de vapeur surchauffée. La distillation commence vers 55° et la température s'élève lentement jusqu'à 300° environ, moment où l'opération est à peu près terminée.

---

[1] Cet appareil fait l'objet d'un brevet.

» Un serpentin en fer est enroulé autour de la cornue de distillation et prend, par conséquent, la température de la cornue. Ce serpentin, dans lequel circule la vapeur qui doit se surchauffer, fournit donc, à l'intérieur de la cornue, de la vapeur à une température à peu près égale à celle de cette cornue, peu élevée au commencement de l'opération et de plus en plus chaude à mesure que l'opération s'avance.

» Par des fractionnements méthodiques, sous vide dans une partie de l'appareil, sous pression dans l'autre partie, on obtient, par 100^{kg} de tourbe, les produits bruts suivants :

			kg
Premier fractionnement :	masse paraffinée	solide	5,060
Deuxième »	»	huileuse	13,472
Troisième »	produits méthyliques, aromatiques, huiles légères		0,880
		Total	19,412

Eaux ammoniacales et pyroligneuses.

» Les gaz dégagés pendant une distillation dans le vide, bien conduits, ne sont pas éclairants et ne brûlent même pas, à moins qu'on ne les dirige sur un foyer incandescent.

» On retire par purification de ces divers produits :

		kg
Du prémier fractionnement :	un produit paraffiné blanc	3,137
Du deuxième »	»	5,703
	Total des produits blancs obtenus	8,840

» Ces produits ont un point de fusion élevé, de 58 à 63, et ne sont pas de la paraffine, bien qu'ils en contiennent.

» Les produits blancs préexistants ont les caractères d'un acide gras, forment des savons avec les alcalis (soude, chaux, baryte); la paraffine qu'on y trouve en quantité assez considérable, mais probablement variable, paraît avoir été produite par des dissociations pendant la distillation.

» *Résumé.* — 100^{kg} de tourbe distillés dans le vide ont donné en produits purifiés :

Pseudo-paraffine et paraffine (blanches)	8,840
Huile légère (benzine, toluène)	1,100
Huile (photogène) de 150° à 220° (densité, 0,807) et huile de même point d'ébullition, mais contenant encore beaucoup de paraffine (densité, 0,840)	4,732
Phénols bruts	2,000
Matières résineuses solubles dans la soude, produits méthyliques, aromatiques, brai, pertes, etc	2,740
	19,412

Coke par 100^{kg} de tourbe	45^{kg}
Sulfate d'ammoniaque par 1000^{kg} de tourbe	10^{kg}
Acide acétique monohydraté par 1000^{kg} de tourbe	11^{kg} à 12^{kg}

» Outre ces produits, il y a beaucoup de corps intéressants qu'on pourra recueillir en grand facilement et qui peuvent par leurs propriétés être utilisés, tels que des acétones, des hydrures de méthyle, butyle, etc. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les parties du pancréas capables d'agir comme ferments.* Extrait d'une Lettre de M. A. **Béchamp** à M. Dumas.

« *Des microzymas pancréatiques.* — Il est assez facile, avec un peu de soin, par broiement, lévigation avec de l'eau légèrement alcoolisée, filtration et lavage, surtout en hiver, de séparer les microzymas de la glande. En masse, ceux du pancréas de bœuf ont l'apparence de belle levûre de bière blonde. Mais, tels qu'on les isole par ce traitement, ils sont empâtés dans une couche de corps gras qui leur forme comme une atmosphère, ce qui a fait dire que les granulations moléculaires du pancréas sont des granulations graisseuses. Un traitement à l'éther légèrement alcoolisé les débarrasse de corps gras, et un nouveau lavage à l'eau de tous les matériaux solubles dans ce véhicule. On enlève ainsi toute trace de leucine, etc. Obtenus de cette façon, parfaitement isolés, à peine souillés de quelques débris étrangers, ils ont moins de $0^{mm},0005$ de diamètre; on n'y découvre pas trace de bactéries, et leur couleur est brun grisâtre. Ils fluidifient très facilement et très rapidement l'empois. L'eau que l'on filtre sur eux acquiert presque indéfiniment la propriété d'opérer la même fluidification. Vingt pancréas de bœuf fournissent plus de 130^{gr} de microzymas humides, contenant environ 12 pour 100 de matière sèche.

» C'est après ce traitement à l'eau, à l'éther et encore à l'eau, que je les ai employés pour les faire agir sur des matières albuminoïdes solubles et insolubles.

» J'ai opéré sur la *caséine*, la *fibrine du sang*, la *fibrinine*, la *musculine*, la modification insoluble du blanc d'œuf (débarrassé de leucozymase) que l'on obtient sous l'influence de l'acide chlorhydrique fumant, que l'on appelle en Allemagne *acidalbumine* et que l'on confond avec la musculine, et la primovalbumine (albumine soluble de M. Wurtz).

» Pour donner une idée de leur activité, je dirai que 36^{gr} à 45^{gr} de fibrine humide, bien exprimée, sont dissous, dans l'espace d'une à deux heures, par 3^{gr} à 4^{gr} de ces microzymas en pâte et contenant 88 pour 100 d'eau, à la température de 36° à 45° C. La caséine, la fibrinine, ce que l'on appelle *acidalbumine*, exigent plus de temps, de même que la musculine; la primovalbumine, même non coagulée, est plus lentement transformée.

» Je me suis assuré que c'est à tort que l'on confond ce que l'on appelle *peptone pancréatique* avec ce que l'on nomme *peptone gastrique*. Les produits diffèrent complètement, lorsqu'on les définit par leurs pouvoirs rotatoires. En outre, à un autre point de vue, la différence d'action du suc gastrique et des microzymas pancréatiques est énorme. Le suc gastrique (physiologique, de chien) ne donne, avec aucune des matières albuminoïdes précédentes, aucune trace appréciable de leucine ou de tyrosine. Au contraire, avec les microzymas pancréatiques, la matière albuminoïde digérée est toujours accompagnée de produits cristallisables (leucine, etc.), dont le poids peut être plus grand que le poids des microzymas employés. Avec la fibrinine, pour 15^{gr} de matière sèche et 6^{gr} de microzymas pancréatiques contenant $0^{gr},8$ de matière sèche, la quantité de produits cristallisables a été de $2^{gr},5$, c'est-à-dire le sixième de la matière albuminoïde et trois fois le poids des microzymas secs. Bref, il me paraît prouvé que, si l'action du suc gastrique provoque une modification de la matière albuminoïde avec fixation d'eau, comme vous l'avez, je crois, admis autrefois, l'action des microzymas pancréatiques a pour effet une transformation bien plus profonde, au moins comparable à la décomposition de l'amygdaline par les microzymas amygdaliques ou par la synaptase. M. J. Béchamp, en étudiant à ce point de vue la matière active de la glande pancréatique que j'ai nommée *pancréazymase*, était déjà arrivé à cette conclusion. Il fera prochainement connaître ses résultats.

» Il est très remarquable que les transformations effectuées par les microzymas pancréatiques s'accomplissent sans qu'il se manifeste le moindre indice de putréfaction. Même après vingt-quatre heures de séjour à l'étuve, à la température physiologique, il est impossible, avec la caséine, la syntonine, la fibrinine, la primovalbumine, l'acidalbumine, et même quelquefois avec la fibrine, de percevoir la moindre trace d'odeur désagréable.

» Les microzymas n'épuisent pas leur activité par une première action sur une matière albuminoïde donnée; ils peuvent servir une seconde fois et sortent de ces épreuves sans avoir sensiblement changé de forme.

» En résumé, toutes les propriétés connues du pancréas sont concentrées dans ces microzymas.

» Comment expliquer qu'un corps insoluble par essence, comme la granulation moléculaire du pancréas, agisse sur des corps insolubles, tels que la caséine, la fibrine, la fibrinine, l'albumine coagulée, pour les dissoudre sans se dissoudre lui-même? Il me semble qu'il n'y a qu'une

alternative : c'est d'affirmer que ces granulations sont des cellules ayant un contenu soluble dans un contenant insoluble, le contenu pouvant s'échapper par osmose. Le mot *microzyma* exprime qu'il s'agit d'un corps organisé, semblable à la levûre de bière, sécrétant son contenu de la même façon, et produisant, en somme, des phénomènes du même ordre, lorsque la levûre fluidifie l'empois et se borne à intervertir le sucre de canne. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches anatomiques sur les appareils digestif, nerveux et reproducteur de l'Onchidie.* Note de M. **J. Joyeux-Laffuie**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai fait connaître les principaux faits anatomiques que j'ai observés sur les appareils de l'excrétion, de la circulation et de la respiration chez l'Onchidie. Aujourd'hui je désire présenter à l'Académie les résultats de recherches faites sur les appareils de la digestion, de l'innervation et de la reproduction.

» *Digestion.* — L'appareil digestif présente quelques particularités anatomiques qui n'ont pas encore, je crois, été signalées.

» Dans le bulbe buccal, outre la radula décrite avec beaucoup de détails par les auteurs, on trouve une pièce chitineuse qui n'a pas encore été observée. Cette pièce, de couleur jaune brunâtre, dure, résistante, en forme de croissant, est fixée au plafond du bulbe buccal, vers la partie antérieure, et présente à sa surface un grand nombre de sillons. Elle est surtout très visible chez les individus de grosse taille.

» Au bulbe buccal fait suite un œsophage qui traverse le collier nerveux, puis se dilate en un sac fusiforme auquel on peut justement donner le nom de *jabot*, car c'est dans cette cavité que les aliments s'accumulent en attendant qu'ils puissent être triturés par le gésier, qui vient après. C'est dans le point rétréci qui sépare ces deux cavités que les deux gros lobes du foie versent leur produit dans le tube digestif et non, comme le disent les auteurs, dans le gésier lui-même.

» Le gésier, cavité à parois musculaires épaisses, est tapissé par une membrane chitineuse, résistante, présentant à sa surface un grand nombre d'aspérités, dont l'action est singulièrement favorisée par la présence de petits grains de sable avalés par l'animal. C'est dans ce gésier que débouche le petit ou troisième lobe du foie.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 997; 1880.

» A partir du gésier le tube digestif se continue jusqu'à l'anus, situé au-dessus de l'extrémité postérieure du pied, par un intestin long et grêle.

» *Innervation.* — Les centres nerveux sont réunis en une petite masse située sous le tube digestif, excepté toutefois le centre stomato-gastrique placé, comme d'ordinaire, entre le bulbe et l'œsophage.

» Cette masse ganglionnaire entourée d'une grande quantité de tissu cellulaire est d'une dissection fort difficile. Cependant, avec du soin, on arrive à reconnaître les trois centres typiques des Mollusques gastéropodes, ainsi que les connectifs et les commissures qui les unissent.

» Le *centre cérébroïde* est composé de deux ganglions réunis par une commissure sus-œsophagienne longue et volumineuse; de chacun d'eux partent trois connectifs allant aux centres stomato-gastrique, pédieux et palléo-viscéral. Outre ces connectifs, ils donnent des nerfs aux palpes labiaux, aux lèvres, à la nuque, aux tentacules et à l'otocyste. La verge située près du tentacule droit est innervée par le ganglion cérébroïde correspondant.

» Le *centre pédieux*, constitué par deux ganglions volumineux, est situé en arrière de la glande pédieuse. Ces deux ganglions sont unis entre eux par deux commissures, une antérieure, courte et volumineuse, et une postérieure plus longue et grêle. Chacun d'eux, outre les deux connectifs qu'il envoie aux centres cérébroïde et palléo-viscéral, émet cinq nerfs, trois volumineux et deux grêles, allant tous innerver le pied.

» Le *centre palléo-viscéral* ou *asymétrique* est composé de trois ganglions moins volumineux que les précédents et réunis entre eux, ainsi qu'aux centres pédieux et cérébroïde, par de très courts connectifs. Le ganglion de droite et celui de gauche donnent chacun deux troncs nerveux, qui se divisent bientôt pour pénétrer dans le manteau et s'y ramifier; les branches terminales présentent un grand nombre de très petits ganglions qui semblent avoir des rapports avec les tubercules dorsaux. Tous les nerfs qui vont au manteau partent de ces deux ganglions. Le ganglion intermédiaire aux deux précédents est le ganglion viscéral par excellence, car il innerve le système circulatoire, les organes génitaux et une partie du tube digestif par l'intermédiaire de deux nerfs qui partent de son extrémité postérieure.

» Une des conséquences de la faible longueur des connectifs qui unissent ces différents centres est la présence d'un triangle latéral étroit, mais cependant très net. A son bord antérieur est accolé le nerf acoustique, qui se dirige vers l'otocyste, situé à la face postéro-externe du ganglion pédieux

correspondant. Ces connections, difficiles à reconnaître chez l'adulte, sont faciles à voir chez l'embryon.

» *Reproduction.* — L'Onchidie est monoïque. Ce qui frappe tout d'abord, c'est la dissociation des orifices génitaux. L'orifice femelle est situé derrière l'anus, tandis que l'orifice mâle se trouve à côté du tentacule droit.

» La masse constituée par les organes génitaux est placée à la partie postérieure de la cavité viscérale. De la glande hermaphrodite part un canal qui va déboucher dans une grande cavité (*matrice, utérus* des auteurs) de forme irrégulière. Près du point où pénètre ce canal, on voit aussi s'ouvrir les conduits de deux glandes de l'albumine, complètement distinctes l'une de l'autre, quoique ayant leurs lobules mélangés et accolés, ce qui avait fait penser à tort à l'existence d'une seule glande.

» Les éléments femelles, après avoir traversé cette cavité, s'engagent dans un canal volumineux (*vagin*) qui débouche au dehors, en arrière et un peu à droite de l'anus, à l'extrémité postérieure de la gouttière située du côté droit de l'animal, entre le manteau et le pied. Dans ce canal s'ouvre la vésicule copulatrice et un organe en forme de cœcum.

» Les spermatozoïdes, au lieu de prendre la même voie que les œufs, s'engagent dans un canal déférent étroit, qui se dirige vers le point où le vagin pénètre dans le pied; mais, loin de s'ouvrir au dehors comme tous les auteurs l'indiquent, il continue son trajet dans l'épaisseur du pied et arrive ainsi à la partie céphalique de l'animal, près de l'orifice extérieur mâle. Là il reparaît de nouveau dans la cavité générale, où il décrit plusieurs circonvolutions, et finalement s'ouvre sur une papille, à l'extrémité invaginée de la verge.

» Les spermatozoïdes, très agiles, présentent une tête distincte en forme de fer de lance et une queue remarquablement longue.

» La ponte de l'Onchidie n'était pas encore connue. Je l'ai observée maintes fois et j'ai pu en recueillir les produits en très grand nombre, soit à Morgate, soit à Duon, dans la baie de Morlaix. Les œufs, composés des parties ordinaires, sont entourés d'une couche d'albumine et d'une coque résistante, ovoïde, terminée à ses deux extrémités par deux prolongements qu'on retrouve sur toutes les coques et qui réunissent ensemble toutes les loges d'une même ponte ([1]). »

([1]) Dans une prochaine Communication, je ferai connaître le développement de l'Onchidie. Je signalerai et discuterai les opinions des différents auteurs qui se sont occupés de cet animal, dans le Mémoire étendu, qu'accompagneront de nombreuses planches.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Hypertrophie et multiplication des noyaux, dans les cellules hypertrophiées des plantes.* Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. P. Duchartre.

« Dans le cours d'expériences que j'ai installées dans le laboratoire de Physiologie végétale de l'Institut agronomique, en vue d'étudier l'influence de la chaleur du sol sur le développement des végétaux, j'ai eu occasion de constater des altérations fort singulières dans la forme et la structure des plantes poussant dans un terrain plus chaud que l'air. J'ai pu produire ainsi artificiellement et reproduire à volonté l'hypertrophie des portions internes des jeunes tiges qui, dans les conditions de l'expérience, deviennent beaucoup plus épaisses et plus courtes que dans l'état normal.

» Dans les tiges ainsi hypertrophiées, j'ai constaté de nouveau un phénomène que j'avais déjà signalé antérieurement ([1]) dans les tumeurs que produisent sur les branches du Pommier les piqûres du puceron lanigère : la multiplicité des noyaux à l'intérieur des cellules.

» Les tiges tuméfiées des Haricots et des Courges qui avaient germé dans un sol dont la température excédait d'environ 10° celle de l'air ambiant m'ont présenté fréquemment, par cellule, deux, trois ou quatre noyaux, soit isolés, soit réunis en une masse et serrés les uns contre les autres; parfois ils ont la même taille; souvent ils sont de grosseur inégale et de forme variable, tantôt globuleux, tantôt réniformes ou irrégulièrement lobés.

» La présence de noyaux multiples a été déjà plusieurs fois observée, tant dans les Algues que dans les végétaux supérieurs. Dans ceux-ci, c'est surtout dans des cellules des organes de reproduction qui prennent une grande extension, comme le suspenseur des embryons, qu'on les a étudiés d'abord; M. Treub, cependant, en a aussi constaté l'existence habituelle dans les cellules très allongées du liber de diverses plantes dicotylédones, et en a décrit et représenté le mode de multiplication ([2]). Il a montré que là le noyau se divise de la même façon que dans les cellules à noyau unique qui se multiplient : il s'allonge, et sa masse se concentre aux deux extrémités opposées, tout en se différenciant de telle manière que l'on voit, dans la

---

([1]) *Annales de l'Institut agronomique*, 2e année, 1877-1878, n° 2, p. 46.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX (1879), p. 494, et *Archives néerlandaises*, t. XV (1880), *Pl. IV*.

direction méridienne, allant d'un pôle à l'autre, des filaments de plasma plus dense.

» Dans les Algues que M. Schmitz a réunies sous le nom de *Siphonocladiées*, et dans lesquelles la présence de très nombreux noyaux est normale, ces noyaux se multiplient tout autrement: ils s'allongent sans montrer de modification dans leur structure intime, et se divisent par étranglement, à la façon des grains de chlorophylle. D'après M. Hegelmaier, les noyaux multiples du suspenseur des embryons, d'après M. Johow, ceux qu'il a observés dans les organes de végétation de diverses plantes monocotylédones, se partagent d'une façon analogue.

» De pareilles différences dans le mode de division des noyaux ont été observées dans le règne animal; M. van Beneden a proposé de réserver le nom de *division* pour le cas normal dans lequel la multiplication des noyaux est accompagnée de la formation de gerbes de filaments de densités différentes entre les deux nouveaux centres organiques et de désigner toute division se faisant d'une autre façon sous le nom de *fragmentation*.

» En admettant cette expression sous toutes réserves, je dirai que c'est par fragmentation que se multiplient les noyaux que j'ai observés dans les tissus hypertrophiés, et qui sont eux-mêmes hypertrophiés.

» Ces noyaux, très dilatés, contiennent le plus souvent des nucléoles multiples, de tailles et de formes fort diverses; souvent on en trouve quatre ou cinq par noyau; fréquemment ils sont allongés ou lobés et resserrés dans leur partie moyenne, et l'on peut s'assurer qu'ils se divisent par étranglement dans le noyau hypertrophié.

» Les noyaux hypertrophiés sont vésiculeux; la masse plasmatique dense et finement granuleuse qui les compose est condensée à la superficie et laisse au centre du corps une cavité occupée par une substance liquide et de densité beaucoup moindre. C'est dans la couche pariétale de plasma que sont contenus les nucléoles.

» Quand le noyau se divise, il se forme d'abord une cloison de plasma à son intérieur, le plus souvent vis-à-vis d'un gros nucléole ou entre deux nucléoles jumeaux encore très rapprochés; puis les deux moitiés du noyau, ayant chacune une cavité propre, se gonflent et tendent à s'isoler. Le noyau est alors bilobé, le plus ordinairement réniforme, les dilatations se produisant surtout par le côté opposé au nucléole. L'isolement se complète par la prolongation de la fente, qui pénètre entre les lobes, à travers l'épaisseur de la cloison séparative. Cet isolement ne se fait pas toujours; le cloisonnement interne des noyaux hypertrophiés peut se répéter à plu-

sieurs reprises sans que les portions séparées se disjoignent. J'ai vu des noyaux monstrueux présentant six ou huit compartiments intérieurs et formant une grosse masse à peu près régulièrement ovoïde, partagée par des cloisons de plasma.

» Parfois les noyaux multiples, bien qu'entièrement isolés, demeurent cependant pressés les uns contre les autres, comme s'ils s'étaient formés à l'intérieur d'une étroite cavité; en fait, j'ai parfois pu distinguer au dehors d'un groupe de noyaux jumeaux une pellicule de plasma. Je crois que dans ce cas le plasma du noyau primitif était, au moment où a commencé la fragmentation, différencié en une membrane et un contenu disposé en une épaisse couche pariétale et qui, seul, a pris part à la division. C'est donc à l'intérieur d'une poche de plasma due à la paroi du noyau primordial que les deux noyaux se sont formés; mais cette enveloppe commune n'est qu'une pellicule peu résistante et peu durable, qui se détruit et disparaît le plus souvent de très bonne heure; je n'ai pu l'observer nettement que dans des cas peu nombreux et je ne saurais affirmer qu'elle existe toujours au début de la fragmentation des noyaux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la production du verglas.* Note de M. MINARY, présentée par M. Resal.

« La théorie de la production du verglas, fondée sur l'état de surfusion des gouttes de pluie, me paraît insuffisante pour expliquer la formation du verglas sec, c'est-à-dire sans aucune trace d'eau, tel que celui qu'on a observé en 1879. Avant de faire ressortir cette insuffisance, je crois devoir indiquer les résultats d'une expérience que j'ai faite en 1871.

» Un obus de $0^m,160$, rempli d'eau et fermé par un bouchon en fer vissé, fut exposé par moi, un soir de décembre, sur une dalle qu'aucun abri ne protégeait de la radiation nocturne. La température s'abaissa à 12° au-dessous de 0°. Le matin, je trouvai l'obus éclaté en deux morceaux : le culot était resté en place; la partie ogivale, du poids de 20^{kg} environ, avait été projetée presque verticalement et gisait sur le flanc à $0^m,80$ du culot; enfin, à partir de celui-ci s'étendait, du même côté que l'ogive, une masse de glace qui en s'éloignant du culot allait en s'élevant jusqu'à une épaisseur de $0^m,10$ environ, puis s'abaissait en deux ou trois ondulations successives et de moins en moins proéminentes, pour se terminer à environ $0^m,35$ ou $0^m,40$ par des pentes très inclinées jusqu'à la pierre sous-jacente.

» L'aspect de ce morceau de glace était celui d'une masse liquide qui

s'épanche. Les ondulations, les plissements et sillons de la surface montraient que l'eau, encore à l'état liquide au moment de sa projection violente, s'était instantanément congelée dans la forme même qu'elle avait prise sous l'impulsion, sans avoir eu le temps de se niveler sur la dalle de pierre où était placé le projectile.

» Cette congélation subite et totale d'un volume d'eau d'environ 2^{lit} ne peut recevoir une explication suffisante par le seul fait de la surfusion, car la chaleur latente de l'eau à 0° étant de 80^{cal}, d'après M. Person, doit être encore de 68^{cal} à la température de -12°, et pour se solidifier en totalité il est nécessaire qu'elle perde entièrement cette quantité de chaleur. Or, dans le cas dont il s'agit, il est impossible d'admettre la disparition subite d'une si grande quantité de chaleur dans l'air et dans le sol.

» On se trouve en présence de la même impossibilité quand il s'agit d'expliquer le verglas sec, c'est-à-dire la congélation totale et instantanée des gouttes de pluie à la surface de fibres très ténues ou de poils de masse nulle et conduisant très mal la chaleur. Il ne peut y avoir là une cause d'absorption de chaleur appréciable; cependant on a trouvé, en 1879, des masses de verglas dont le poids était plus de cent fois égal à celui de la branche qui les portait.

» Au lieu de considérer l'eau en état de surfusion comme constituée uniquement de liquide, on peut admettre qu'elle est formée d'un mélange de liquide et de molécules solides (de glace) qu'une cause encore inconnue maintient isolées les unes des autres. Ces molécules, dont la densité diffère très peu de celle de l'eau, constituent avec celle-ci un corps à très peu près fluide; pour que la congélation soit complète au moment où l'état de surfusion cesse, il suffit que la quantité de glace du mélange exige pour remonter à la température 0° une quantité de chaleur égale à la chaleur latente que conserve encore la partie d'eau en surfusion.

» Cette hypothèse sur la constitution physique de l'eau à l'état de surfusion semble acquérir une grande probabilité de ce fait particulier que, au lieu de se contracter par l'abaissement de température, l'eau, à partir de $+4^{\circ}$, éprouve une dilatation qui augmente progressivement avec le refroidissement. Desprez a constaté et suivi cette dilatation de l'eau jusqu'à 20° au-dessous de 0°. N'est-on pas fondé à attribuer cette dilatation à la solidification des molécules d'eau et à l'augmentation qui en résulte dans le volume de ces molécules, dont le nombre va croissant avec l'abaissement de température?

» En admettant cette hypothèse, on trouve que les proportions de glace

et d'eau en surfusion, aux températures suivantes, doivent être, pour 1 partie d'eau :

	Glace.
A — 20°..........................	6 parties
A — 15°..........................	8,66 »
A — 12°..........................	11,33 »

» Quand ces proportions ne seraient pas atteintes, la congélation ne serait que partielle, le verglas serait accompagné d'eau : c'est le cas le plus fréquent. »

M. Mandl adresse une Note relative à « l'influence des vapeurs résineuses sur la marche et la terminaison des affections bronchiques et broncho-pulmonaires ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 janvier 1881.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce (Service de la Statistique générale de France). Annuaire statistique de la France; troisième année, 1880. Paris, Impr. nationale, 1880; 1 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Statistique de la France. Nouvelle série, t. VII : *Statistique annuelle*, année 1877. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°. (Deux exemplaires.)

Notice nécrologique sur M. Auguste Jégou d'Herbeline ; *par* M. de la Gournerie. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Notes algologiques. Recueil d'observations sur les algues; par MM. Ed. Bornet *et* G. Thuret; deuxième fascicule. Paris, G. Masson, 1880; in-4°. (Présenté par M. Decaisne.)

Essai de géographie médicale de la France d'après les infirmités constatées chez les conscrits; par le Dr A. Chervin. Ire Partie. Paris, G. Masson, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey au Concours de Statistique de 1881.)

Extrait du Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales. Article SEPTICÉMIE; *par le* Dr J. CHAUVEL. Paris, G. Masson et Asselin, 1880; in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

Traité d'électricité et de magnétisme; par J.-E.-H. GORDON. Traduit de l'anglais et annoté par M. J. RAYNAUD, avec le concours de M. SELIGMANN-LUI, précédé d'une Introduction, par M. A. CORNU. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1881; in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Sur une propriété de la fonction de Poisson et sur la méthode de Jacobi pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre; par M. PH. GILBERT. Bruxelles, F. Hayez, 1881; br. in-8°.

Du pendule. Influence du Soleil et de la Lune sur les variations; nouvelle théorie des marées; par N. DEJEAN DE FONROQUE. Paris, typogr. G. Chamerot, 1880; br. in-8°.

Note sur un voyage scientifique dans l'Amérique du Sud; par le Dr J.-A. FORT. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1880; br. in-8°.

Le monde physique; par A. GUILLEMIN. T. Ier, 3e série, livr. 21 à 30. Paris, Hachette, 1881; grand in-8°.

Sulla determinazione del tempo coll' osservazione dei passaggi delle stelle pel verticale della polare. Nota del dott. A. ABETTI. Venezia, tipogr. Antonelli, 1880; br. in-8°.

Reale Accademia dei Lincei; anno CCLXXVII (1879-80) : *Sopra alcuni eclissi di Sole antichi e su quello di Agatocle in particolare.* Memoria del prof. G. CELORIA. Roma, Salviucci, 1880; in-4°.

Denti di Ippopotamo da aggiungersi alla fauna fossile del Veneto. Nota del prof. G. OMBONI. Venezia, tipogr. G. Antonelli, 1880; in-4°.

Palaeontologia scandinavica, auctore N. P. ANGELIN. P. I : *Crustacea formationis transitions.* Fasc. I, II. Holmiae, Samsom et Wallin, 1878; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Berthelot, en déposant sur le bureau un *Supplément* à son *Essai de Mécanique chimique*, donne les explications suivantes :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un *Supplément* (1) à mon *Essai de Mécanique chimique*. Le bon accueil fait par le public scientifique à cet Ouvrage me faisait un devoir de l'enrichir des nouveaux travaux numériques exécutés depuis sa publication, spécialement des mesures de MM. Ogier, sur les bromhydrate et iodhydrate d'hydrogène phosphoré; Sabatier, sur les sulfures; Louguinine, sur les chaleurs de combustion du glycol et de la glycérine; Rechenberg, sur la combustion des composés organiques par le chlorate de potasse, méthode féconde en erreurs, mais que l'auteur paraît avoir réussi à mettre en œuvre avec succès, à force de précautions. J'y ai joint mes propres recherches sur divers peroxydes, perchlorures et autres composés secondaires, qui jouent un grand rôle dans la Mécanique chimique; sur la chaleur de formation de l'ammoniaque déjà mesurée par mes prédécesseurs, mais d'une façon erronée, que j'ai rec-

(1) Chez Dunod, éditeur; 1881.

tifiée, et dont la rectification a entraîné celle des autres composés azotés; sur la chaleur de formation des oxydes de l'azote, déterminée pour la première fois par une méthode simple et autonome; sur la chaleur de formation des composés cyaniques, déterminée également par une méthode autonome, indépendante de la chaleur de formation de l'ammoniaque; enfin sur les chaleurs de combustion des principaux gaz et vapeurs carbonés qui renferment $2^{\text{éq}}$, $4^{\text{éq}}$, $6^{\text{éq}}$ de carbone, associés à l'hydrogène, à l'oxygène, au soufre, au chlore, au brome, à l'iode, à l'azote, ces chaleurs étant mesurées par détonation à volume constant, dans ma bombe calorimétrique.

» Je dois remercier ici publiquement l'éditeur de mon Livre, qui n'a pas reculé devant les sacrifices imposés par cette publication complémentaire, afin de maintenir l'Ouvrage au courant de la Science. »

ASTRONOMIE. — *Sur le développement périodique d'une fonction quelconque des rayons vecteurs de deux planètes;* par M. F. TISSERAND.

« J'ai donné précédemment [1] le développement, suivant les cosinus des multiples de l'anomalie moyenne, d'une fonction quelconque du rayon vecteur r d'une planète; je me propose, dans cette Note, de généraliser le théorème auquel j'étais arrivé en considérant une fonction quelconque $f(r, r')$ des rayons vecteurs de deux planètes. Soient ζ et ζ' les anomalies moyennes, e et e' les excentricités, a et a' les demi-grands axes. Il s'agit de trouver l'expression explicite du développement de $f(r, r')$, quand on y remplace r et r' par leurs développements périodiques, tels qu'ils résultent du mouvement elliptique.

» Nous aurons d'abord, en remplaçant le rayon vecteur r seul par son développement périodique,

$$(1)\qquad f(r, r') = \mathrm{H}_0 + \mathrm{H}_1 \cos\zeta + \mathrm{H}_2 \cos 2\zeta + \ldots + \mathrm{H}_n \cos n\zeta + \ldots.$$

H_n sera une fonction de r', a et e; en se reportant au Mémoire mentionné plus haut, on aura

$$(2)\qquad \mathrm{H}_n = 2(-1)^n \sum_{p=0}^{p=\infty} \frac{\left(\frac{e}{2}\right)^{n+2p}}{p!(n+p)!} u(u-n)^{n+p-1}(u+n)^{p-1}(u+n+2p).$$

[1] *Comptes rendus*, t. XCI, p. 897.

» Je remarque, en passant, que l'on peut écrire plus simplement

$$(3)\quad \begin{cases} u(u-n)^{n+p-1}(u+n)^{p-1}(u+n+2p)=(u-n)^{n+p}(u+n)^{p} \\ \qquad\qquad\qquad\qquad + \dfrac{d}{du}\left[(u-n)^{n+p}(u+n)^{p}\right]. \end{cases}$$

» Quand on aura effectué le produit qui figure dans le premier membre de l'équation précédente, on devra y remplacer une puissance quelconque de u, u^i par

$$(4)\qquad u^i = a^i \frac{d^i f(a, r')}{da^i}.$$

» Nous allons maintenant développer ce terme général u^i suivant les cosinus des multiples de ζ'; nous aurons, par l'application du même théorème,

$$u^i = C_0 + C_1 \cos\zeta' + C_2 \cos 2\zeta' + \ldots + C_{n'} \cos n'\zeta' + \ldots,$$

avec

$$C_{n'} = 2(-1)^{n'} \sum_{p'=0}^{p'=\infty} \frac{\left(\frac{e'}{2}\right)^{n'+2p'}}{p'!\,(n'+p')!} z'(z'-n')^{n'+p'-1}(z'+n')^{p'-1}(z'+n'+2p'),$$

où une puissance quelconque de z', $z'^{i'}$, devra être remplacée par

$$z'^{i'} = a'^{i'} \frac{d^{i'} u^i}{da'^{i'}}$$

ou bien, en tenant compte de (4),

$$z'^{i'} = a^i a'^{i'} \frac{d^{i+i'} f(a, a')}{da^i\, da'^{i'}}.$$

Nous poserons symboliquement

$$(5)\qquad u^i u'^{i'} = a^i a'^{i'} \frac{d^{i+i'} f(a, a')}{da^i\, da'^{i'}};$$

nous aurons ainsi

$$(6)\quad C_{n'} = 2(-1)^{n'} \sum_{p'=0}^{p'=\infty} \frac{\left(\frac{e'}{2}\right)^{n'+2p'}}{p'!\,(p'+n')!} u^i u'(u'-n')^{n'+p'-1}(u'+n')^{p'-1}(u'+n'+2p').$$

» Il faut maintenant, pour avoir le coefficient $A_{n,n'}$ de $\cos n\zeta \cos n'\zeta'$, dans le développement de $f(r, r')$, appliquer la formule (6) à chacun des termes u^i dont se compose l'expression (3), et porter ensuite la valeur ainsi obtenue

dans l'équation (2); on trouvera ainsi

$$(7) \qquad A_{n,n'} = 4(-1)^{n+n'} \sum_{p=0}^{p=\infty} \sum_{p'=0}^{p'=\infty} \frac{\left(\frac{e}{2}\right)^{n+2p} \left(\frac{e'}{2}\right)^{n'+2p'}}{p!\,p'!\,(n+p)!\,(n'+p')!} U,$$

où

$$(8) \quad U = uu'(u-n)^{n+p-1}(u'-n')^{n'+p'-1}(u+n)^{p-1}(u'+n')^{p'-1}(u+n+2p)(u'+n'+2p').$$

» La formule (7) est celle que nous voulions obtenir. Quand on aura développé le polynôme (8), suivant les puissances entières et positives de u et u', on devra y remplacer $u^i u'^{i'}$ par son expression (5). Nous avons donc ainsi l'expression générale et explicite de $A_{n,n'}$ suivant les puissances de e et e'; les coefficients de ces puissances s'expriment, comme on voit, à l'aide des dérivées partielles des divers ordres de la fonction $f(a, a')$, dérivées prises relativement à a et a'.

» Faisons une application de ce qui précède au développement de la fonction perturbatrice.

» En désignant par Δ la distance mutuelle des deux planètes, on a

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{r^2 + r'^2 - 2rr'\cos V}},$$

V désignant l'angle compris entre les rayons r et r'; on a, comme on sait,

$$(9) \qquad \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{2}Q^{(0)} + Q^{(1)}\cos V + Q^{(2)}\cos 2V + \ldots + Q^{(k)}\cos kV + \ldots,$$

où les quantités Q sont des fonctions homogènes de r et r' du degré -1. On voit que, pour développer $\frac{1}{\Delta}$ en une série périodique, il faut trouver les développements : 1° de $Q^{(0)}, Q^{(1)}, \ldots, Q^{(k)}, \ldots$; 2° de $\cos V$, $\cos 2V$, ..., $\cos kV$, ...

» Nous ne nous occuperons présentement que des développements des fonctions Q, les seules qui contiennent a et a'; ces développements seront connus d'une manière tout à fait générale et explicite par les formules (7) et (8). En désignant par $B^{(k)}$ ce que devient $Q^{(k)}$, quand on y remplace r par a et r' par a', on devra remplacer, dans (8), $u^i u'^{i'}$ par $a^i a'^{i'} \frac{d^{i+i'}B^{(k)}}{da^i\,da'^{i'}}$.

» Quand on arrivera au calcul numérique, il conviendra de poser

$$B^{(k)} = \frac{1}{a'}\varphi\left(\frac{a}{a'}\right) = \frac{1}{a'}\varphi(\alpha) = \frac{1}{a'}b^{(k)} \quad (\alpha < 1)$$

et d'introduire, au lieu des dérivées partielles des divers ordres de $B^{(k)}$, les dérivées des divers ordres de la fonction $b^{(k)}$, qui ne dépend que de la seule variable α, ce qui se fera aisément à l'aide de la formule suivante, due à M. V. Puiseux [1],

$$a^i a'^{i'} \frac{d^{i+i'} B^{(k)}}{da^i\, da'^{i'}} = \frac{(-1)^{i'}}{a'} \left[\alpha^{i+i'} \frac{d^{i+i'} b^{(k)}}{d\alpha^{i+i'}} + \frac{i'}{1}(i+i')\alpha^{i+i'-1} \frac{d^{i+i'-1} b^{(k)}}{d\alpha^{i+i'-1}} \right.$$
$$\left. + \frac{i'(i'-1)}{1.2}(i+i')(i+i'-1)\alpha^{i+i'-2} \frac{d^{i+i'-2} b^{(k)}}{d\alpha^{i+i'-2}} + \cdots \right],$$

que l'on peut écrire aussi plus simplement

$$a^i a'^{i'} \frac{d^{i+i'} B^{(k)}}{da^i\, da'^{i'}} = \frac{(-1)^{i'}}{a'} \alpha^i \frac{d^{i+i'}}{d\alpha^{i+i'}} \left[\alpha^{i'} b^{(k)}\right].$$

» Il convient de remarquer que les résultats précédents permettent de développer entièrement, et jusqu'à tel ordre qu'on voudra, relativement à e et e', le terme $\frac{1}{2}Q^{(0)}$, dans l'expression (9) de $\frac{1}{\Delta}$.

» On voit que, finalement, on est amené au calcul de la transcendante $\frac{1}{1.2\ldots m}\alpha^m \frac{d^m b^{(k)}}{d\alpha^m}$, que j'ai déjà considérée dans une étude antérieure. Je vais donner, en terminant, une expression intéressante pour cette transcendante; elle résulte de la formule ci-dessous :

$$\frac{1}{1.2\ldots m}\alpha^m \frac{d^m b^{(k)}}{d\alpha^m} = (-1)^{m-k} \frac{\alpha^m}{2\pi^2} \int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\sin^{m-k}\varphi \sin^{m+k}\psi}{(1+\alpha\sin\varphi\sin\psi)^{m+1}}\, d\varphi\, d\psi.$$

» Le calcul numérique de $\frac{d^m b}{d\alpha^m}$, à l'aide d'une série procédant suivant les puissances de α, est très pénible; il semble qu'on pourrait profiter de la formule ci-dessus, pour rendre ce calcul plus facile, en prenant une nouvelle variable au lieu de α.

» Il est indispensable de mentionner que cette formule suppose essentiellement $m - k$ plus grand que zéro. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la chaleur;* par M. **H. Resal.**

« La considération du tétraèdre élémentaire imaginé par Cauchy, et dont Lamé a tiré un si excellent parti dans ses *Leçons sur l'élasticité,*

---

[1] *Journal de Liouville,* 1861.

permet, par une application à la théorie de la chaleur de Fourier, d'arriver à un théorème intéressant qui nous paraît nouveau.

» Soient

Ox, Oy, Oz trois axes rectangulaires partant d'un point O d'un solide homogène;

ω un élément plan défini par dx, dy, dz;

λ, μ, ν les angles formés par la normale à cet élément avec les trois axes ci-dessus;

N le flux de chaleur qui se rapporte à ω;

X, Y, Z les flux de chaleur relatifs à des éléments superficiels en O, perpendiculaires à Ox, Oy, Oz.

» La quantité de chaleur qui pénètre dans le temps dt dans le tétraèdre élémentaire rectangulaire ayant O pour sommet et ω pour base a pour expression

$$dt(X\omega\cos\lambda + Y\omega\cos\mu + Z\omega\cos\nu - N\omega).$$

Mais cette quantité de chaleur ne serait employée qu'à élever d'une quantité infiniment petite la température du volume du tétraèdre, qui est du troisième ordre; elle est donc nulle, et nous avons ainsi

$$N = X\cos\lambda + Y\cos\mu + Z\cos\nu.$$

» Portons à partir de O sur la normale à ω une longueur ON proportionnelle à N, et soient χ, η, ζ les coordonnées du point N. Nous aurons

$$ON = X\frac{\chi}{ON} + Y\frac{\eta}{ON} + Z\frac{\zeta}{ON},$$

d'où

$$\chi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = X\chi + Y\eta + Z\zeta$$

ou encore

$$\left(\chi - \frac{X}{2}\right)^2 + \left(\eta - \frac{Y}{2}\right)^2 + \left(\zeta - \frac{Z}{2}\right)^2 = \frac{X^2 + Y^2 + Z^2}{4}.$$

» On voit ainsi que, en faisant varier l'orientation de ω : 1° le lieu des points N est une sphère passant par le point O; 2° il y a une position de l'élément ω pour laquelle le flux de chaleur est maximum, maximum que nous désignerons sous le nom de *flux principal;* 3° le flux de chaleur suivant une droite déterminée est la projection du flux de chaleur principal sur cette droite. »

PATHOGÉNIE. — *Sur une maladie nouvelle, provoquée par la salive d'un enfant mort de la rage.* Note de M. **L. Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« Le 10 décembre dernier, M. le Dr Lannelongue, chirurgien de l'hôpital Sainte-Eugénie, eut l'obligeance de m'informer qu'un enfant de cinq ans, atteint d'hydrophobie, venait d'entrer dans son service, où nous nous rendîmes immédiatement.

» L'enfant mourut le lendemain, 11 décembre, à $10^h 40^m$ du matin, après avoir présenté, dans les jours précédents, les symptômes les plus accusés de l'hydrophobie et de l'aérophobie. Le moindre souffle sur un point quelconque du corps provoquait chez le petit malade des convulsions pharyngiennes, alors même qu'il était intentionnellement distrait par la conversation avec d'autres personnes. Il avait été mordu au visage, un mois auparavant, à Choisy-le-Roi, par un chien enragé.

» Quatre heures après la mort, un peu de mucus buccal fut recueilli par moi-même, à l'aide d'un pinceau, délayé dans de l'eau ordinaire, et tout de suite inoculé à deux lapins ([1]). Ceux-ci, rapportés au laboratoire, furent trouvés morts le 13 décembre au matin; ils vivaient encore le 12 à une heure avancée de la nuit. Ils sont donc morts environ trente-six heures après l'inoculation. De nouveaux lapins furent inoculés, les uns avec la salive, les autres avec le sang des premiers lapins. La mort fut plus rapide encore. On continua ainsi, un grand nombre de fois, à inoculer des lapins soit avec le sang, soit avec la salive des lapins morts. Les résultats furent les mêmes. Dans les inoculations par la salive, on eut soin de s'assurer que celle-ci n'était pas sanguinolente. Au microscope même on n'y voyait pas de globules sanguins. Les inoculations du sang frais amenaient la mort en moins de vingt-quatre heures, le plus souvent.

» A l'autopsie, et pour les deux ordres d'inoculations, les lapins montrèrent les mêmes lésions. Ce qui frappe l'observateur en premier lieu,

([1]) N'ayant pas d'eau pure à ma disposition, j'en envoyai quérir à la pharmacie de l'hôpital. Comme elle tardait à venir, je pris, pour délayer le mucus, un peu d'eau au robinet de la salle des morts. Une heure après environ, M. Lannelongue inocula ce même mucus délayé dans l'eau pure apportée de la pharmacie. J'insiste sur ce détail, parce qu'il démontre que l'eau du robinet que j'ai utilisée n'est pour rien dans les résultats que je signale et que c'est bien le mucus buccal qui était virulent.

lorsqu'on découvre l'abdomen, où furent pratiquées, sous la peau, les inoculations, c'est un système veineux plus apparent que dans les autopsies à la suite de morts par affections communes. Les désordres au point d'inoculation sont faibles, excepté lorsque la mort a un peu tardé. Dans ce cas, le tissu cellulaire est injecté, dans la région de la piqûre, avec présence de pus et d'un tissu de nouvelle formation, dur, purulent, qui fait adhérer les parois de la peau aux muscles de l'abdomen. Ce qui mérite davantage l'attention, c'est le gonflement des ganglions à droite et à gauche de la trachée, aux aines et aux aisselles, même du côté opposé à celui où l'on a pratiqué l'inoculation ; c'est également l'état hémorrhagique de ces ganglions.

» Le tissu cellulaire, aux aines et aux aisselles et dans la région inoculée, est presque toujours emphysémateux. Les poumons sont fréquemment remplis de noyaux d'apoplexie pulmonaire. Un caractère plus constant que ce dernier (non plus constant toutefois que celui qui est relatif au volume et à la couleur des ganglions), c'est l'état de la trachée qui est à peu près invariablement rouge, congestionnée, avec de petites hémorrhagies des vaisseaux les plus fins. On y trouve même parfois de véritables caillots sanguins, et du mucus spumeux teinté de sang. Le sang lui-même est plus ou moins liquide, mal coagulé, noir et agglutinatif, quelquefois presque à l'égal de ce qu'il est dans l'affection charbonneuse. Quant aux symptômes extérieurs, l'inappétence est prompte à apparaître, non que les lapins n'essayent pas de manger, mais parce qu'ils cessent de le faire longtemps avant que leur nourriture soit épuisée. L'inappétence se montre parfois déjà cinq ou six heures après l'inoculation. Dans les dernières heures de la vie, on constate de la faiblesse dans les mouvements, avec tendance à la paralysie, qui est souvent manifeste ([1]). Puis, en général, l'animal tombe sur le côté et il meurt asphyxié sans changer de place, à moins qu'il ne soit agité de convulsions qui nous ont paru être des convulsions d'agonie par asphyxie. Nous les avons vues se reproduire à peu près semblables en asphyxiant des lapins dans le gaz acide carbonique. Enfin, les poils des lèvres et des joues sont fréquemment mouillés de salive après la mort. En résumé, par ces seuls symptômes on peut déjà pressentir que nous devons avoir affaire à une maladie virulente toute nouvelle.

» L'Académie n'a pas oublié que, dans les recherches que je poursuis

([1]) Je fais observer, toutefois, que cette paralysie paraît dépendre bien plus des lésions aux aines et aux aisselles que d'une lésion cérébrale, tout au moins dans la plupart des cas.

depuis plusieurs années concernant les maladies transmissibles, ma principale préoccupation est de découvrir celles d'entre elles que l'on peut considérer comme déterminées par la présence exclusive d'organismes microscopiques et d'en fournir une démonstration irréfutable. Nous devions donc porter toute notre attention sur l'état des liquides pendant la vie et après la mort. Chose digne de remarque, il nous fut bientôt démontré que, soit que le sang ou la salive amène la mort, le sang des animaux est envahi par un organisme microscopique dont les propriétés sont fort curieuses.

» Cet organisme est parfois si petit qu'il peut échapper à une observation superficielle. Sa forme lui est commune avec celle de beaucoup d'autres êtres microscopiques. C'est un bâtonnet extrêmement court, un peu déprimé vers son milieu, une forme de 8, par conséquent, dont le diamètre de chaque moitié ne dépasse pas souvent un demi-millième de millimètre ([1]). Chacun de ces petits articles est entouré pour un certain foyer, d'une sorte d'auréole qui correspond peut-être à une matière propre. Sans doute, en donnant une position convenable à la lentille de l'objectif du microscope, on peut ordinairement voir se dessiner autour des organismes de la taille de celui dont nous parlons une plage un peu lumineuse : c'est un effet de diffraction. Mais, dans le cas actuel, il semble vraiment que l'auréole soit produite par une substance muqueuse, une sorte de gangue au sein de laquelle se formerait peut-être le petit organisme par un procédé analogue à celui qui donne naissance aux corpuscules de la pébrine des vers à soie. Quoi qu'il en soit de cette opinion, qui devra être étayée d'observations ultérieures, il est certain que dans quelques cas où le petit organisme a été difficile à distinguer, la recherche de l'auréole a pu servir à le faire reconnaître.

» J'ai hâte d'arriver à la question qui se pose toujours dans les observations de la nature de celles qui précèdent : je veux parler de la relation possible entre la présence de l'organisme microscopique et la production de la maladie et de la mort. Heureusement la méthode de démonstration n'est plus à découvrir, et le moyen le plus sûr de résoudre ce problème consiste, on le sait, dans les cultures successives de l'organisme microscopique en dehors du corps des animaux. Si la virulence se conserve dans ces cultures, notamment dans celles d'un numéro d'ordre élevé, assez élevé pour qu'il soit impossible de rapporter les effets morbides à une portion quelconque, liquide ou solide, de la gouttelette infiniment petite de sang

---

([1]) Depuis que nous le cultivons dans l'organisme, il a un peu grossi; son diamètre est plus voisin de $\frac{1}{1000}$ de millimètre.

qui a servi à la première culture, on peut affirmer que cette virulence est le propre de l'organisme microscopique, que cette virulence s'exerce d'ailleurs par une action directe ou par l'intermédiaire d'une sorte de poison formé pendant la vie même de l'être infiniment petit. Nous avons essayé divers milieux de culture : le bouillon de veau est celui qui a donné, quant à présent, les résultats les plus satisfaisants.

» L'expérience a prouvé que la virulence existe pour des cultures débarrassées de toute substance étrangère que le microbe pourrait avoir empruntée au sang de l'animal mort ([1]). Le microbe dont il s'agit est donc, à n'en pouvoir douter, le vrai et seul agent de la nouvelle maladie et de ses suites funestes.

» Je m'empresse d'ajouter que l'organisme, dans ses cultures, ne se présente pas avec l'aspect qu'il a dans le sang. Dans ce dernier liquide, comme je l'ai dit tout à l'heure, il a la forme d'un bâtonnet extrêmement court, déprimé en son milieu. Dans ses cultures artificielles, au contraire, il est en chapelets plus ou moins longs et contournés, composés d'articles réguliers en nombre très variable pour les divers chapelets, articles qui ont eux-mêmes la forme de 8, comme ceux qu'on trouve isolés dans le sang, mais de dimension légèrement supérieure à ceux-ci. Lorsque les cultures vieillissent et déjà après quelques jours, les chapelets se désagrègent et l'on ne voit plus à leur place que des articles en forme de 8 qui se résolvent eux-mêmes ultérieurement en points isolés, d'apparence sphérique et d'un très petit diamètre. Par la forme qu'il a dans le sang, l'organisme se rapproche du microbe du choléra des poules, mais il en diffère complètement par ses fonctions. On peut l'inoculer à des poules sans que celles-ci en éprouvent le moindre mal. Sous sa forme de chapelets de petits articles il ressemble à beaucoup d'autres organismes que j'ai souvent signalés, qu'on rencontre dans diverses infusions ou liquides pathologiques; mais ses propriétés physiologiques l'en éloignent encore profondément. Ce sont là de nouvelles preuves, ajoutées à tant d'autres, qu'à beaucoup d'égards la forme des êtres microscopiques est secondaire, qu'il faut être sobre de classifications en ce qui les concerne, que, dans tous les cas, au premier rang de leurs caractères distinctifs il faut placer leur action sur l'économie vivante. Quant à l'identité complète de nature entre l'organisme tel qu'il se montre dans le sang et tel qu'il apparaît dans ses cultures, elle est surabondamment démontrée par ce fait que l'inoculation des cultures en longs

---

([1]) Il importe de noter que j'ai ensemencé sans résultat le sang de l'enfant de Sainte-Eugénie quatre heures après sa mort. Il n'y a pas eu culture.

chapelets d'articles provoque la même maladie que l'inoculation du sang infectieux, avec les mêmes lésions, et que le sang des animaux morts se trouve rempli de l'organisme microscopique avec la forme qu'il a constamment dans ce liquide à la suite des inoculations de la salive ou du sang.

» Nous sommes donc bien, comme je le disais tout à l'heure, en possession d'une maladie nouvelle, déterminée en outre par la présence d'un parasite microscopique très nouveau lui-même, ou qui du moins a échappé jusqu'à ce jour à l'investigation pathologique. S'il est pénible de penser qu'il faudra compter désormais avec ce nouveau virus, d'une virulence excessive, par contre, son existence est un succès de plus pour la nouvelle doctrine étiologique des maladies transmissibles.

» La plus grande des singularités du nouvel agent virulent est assurément la suivante : on sait combien le cochon d'Inde est voisin du lapin par sa structure anatomique, par son genre de vie, par la facilité avec laquelle, dans toutes les tentatives d'inoculation des maladies contagieuses, on a pu le substituer au lapin et inversement, comme réactif physiologique, si l'on peut ainsi parler. Eh bien, tandis qu'une très faible quantité du virus nouveau inoculée au lapin tue cet animal souvent en moins de vingt-quatre heures, le cochon d'Inde éprouve si peu d'effet d'une inoculation à dose même beaucoup plus forte, que le lendemain et les jours suivants aucune lésion locale ne se sent sous le doigt dans la partie inoculée; l'animal conserve son appétit et sa vigueur pendant des semaines. Si la quantité du sang virulent inoculé est considérable, il se fait un peu de pus et une escarre de guérison facile, et qui n'incommode en rien l'animal. Arrivera-t-il ultérieurement que ces inoculations aux cobayes feront apparaître tout à coup des symptômes pathologiques? Il est prudent de rester dans le doute. Les faits sont encore récents. Ne se pourrait-il pas que cette espèce animale nous donnât l'exemple d'une longue incubation du virus, puisque aussi bien l'étrange maladie dont nous parlons provient de la salive d'un enfant mort de la rage et que le principal caractère de cette dernière affection consiste en ce qu'elle ne manifeste sa virulence que longtemps après l'introduction de l'agent du mal? Quoi qu'il puisse arriver d'ailleurs, la différence restera profonde entre le cobaye et le lapin pour la réceptivité de la nouvelle maladie.

» Je n'ai pas besoin de faire observer jusqu'à quel point, depuis le commencement de ces recherches, nous sommes préoccupés de la relation possible entre la nouvelle maladie et la rage dont elle paraît provenir. Si les deux maladies ont un lien matériel, puisque la première s'est produite à la

suite de l'inoculation de la salive d'un enfant mort de la rage, une foule de circonstances, néanmoins, les éloignent dans l'apparence. L'une de ces circonstances consiste dans l'absence d'une incubation du nouveau virus avant le moment où, chez le lapin, apparaissent les premiers symptômes de la maladie. Or un précieux travail de M. Galtier, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, travail qu'il a soumis à l'Académie des Sciences dans le courant de l'année 1879, nous a appris : 1° que les symptômes de la rage du chien, inoculée au lapin, n'apparaissent que de quatre à quarante jours après l'inoculation du virus; 2° que le lapin mort de la rage ne présente pas de lésions anatomiques de l'ordre de celles ci-dessus indiquées; 3° que le sang des lapins morts de la rage ne peut communiquer la maladie.

» Ce n'est pas tout : nous avons inoculé à des chiens la nouvelle maladie qui a eu pour point de départ la salive de l'enfant, et les chiens, après avoir été tout de suite et tous très malades, sont morts, pour la plupart, dans l'intervalle de quelques jours et sans manifester les vrais symptômes rabiques de la rage mue ou de la rage furieuse, qui sont propres à l'espèce chien. Enfin, nous avons essayé de communiquer la vraie rage du chien, rage furieuse ou rage mue, à des lapins. Comme dans les expériences de M. Galtier, à Lyon, et de M. Nocart, à Alfort, il y a eu une incubation de durée variable pour le virus ([1]). On le voit, toutes ces circonstances ne permettent pas de rapprocher, encore moins d'identifier, la maladie qui fait l'objet de cette Communication avec la rage telle qu'on la connaît aujourd'hui.

» Devrions-nous donc abandonner toute recherche d'une dépendance possible et cachée entre ces affections? Ce serait vraiment tenir peu de compte de ces trois faits saisissants, savoir : que la maladie nouvelle a pris sa source dans la salive d'un enfant mort de la rage; que la salive des lapins et des chiens atteints de la nouvelle maladie s'est montrée virulente entre nos mains; qu'enfin nous avons inoculé à des lapins, sans résultat, sans provoquer ni maladie ni mort, des salives de lapins asphyxiés et des salives recueillies sur des cadavres humains à la suite de maladies communes.

» En résumé, tant que nous n'aurons pas épuisé les combinaisons expé-

---

([1]) Il est à regretter que nous n'ayons pu encore avoir l'occasion de répéter l'inoculation au lapin de la rage prise sur l'homme, pendant la vie ou peu d'heures après la mort. Ne se pourrait-il pas que la nouvelle maladie du lapin et du chien fût la rage chez ces espèces, quand le virus est pris sur l'homme? On doit considérer, en effet, qu'il existe une assez grande différence entre les faits observés par M. Maurice Raynaud, dans sa Note à l'Académie des Sciences du 27 octobre 1879, sur le passage du virus rabique de l'homme au lapin, et ceux qu'on observe après la communication de la rage du chien au lapin.

rimentales pouvant conduire à marquer un trait d'union entre la rage et la maladie nouvelle à laquelle la première a matériellement donné naissance, nous considérerons qu'il serait téméraire d'affirmer leur indépendance absolue.

» C'est à dégager ces incertitudes et à éclairer ces obscurités que s'applique présentement une partie de nos efforts, avec l'espoir que, si la rage pouvait être attribuée à la présence d'un organisme microscopique, il ne serait peut-être pas au-dessus des ressources actuelles de la Science de trouver le moyen d'atténuer l'action du virus de la terrifiante maladie, pour le faire servir ensuite à en préserver les chiens, et par suite l'homme, qui jamais ne contracte ce mal affreux que par les caresses ou la morsure d'un chien enragé.

» Je ne terminerai pas cette lecture sans remercier publiquement M. Thuillier, élève sortant de l'École Normale supérieure, qui a pris part à nos études avec un dévouement digne d'éloges.

» Ce serait être ingrat que d'oublier que dans cet ordre de recherches la moindre imprudence peut entraîner la mort à bref délai. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences montrant que la thiotétrapyridine et l'isodipyridine ne sont pas douées du pouvoir toxique que possède la nicotine, dont elles sont des dérivés.* Note de M. **A. Vulpian**.

« MM. A. Cahours et A. Étard ont fait connaître de nouveaux dérivés de la nicotine auxquels ils ont donné les noms de *thiotétrapyridine* (¹) et d'*isodipyridine* (²). Il m'a paru intéressant de chercher si ces substances sont douées d'un pouvoir toxique analogue à celui que possède la nicotine. Mes expériences ont porté presque exclusivement sur la thiotétrapyridine.

» Au début, MM. Cahours et Étard n'avaient mis à ma disposition que la thiotétrapyridine elle-même, pure. J'en avais introduit une très grande quantité, à l'état sec, sous la peau de plusieurs grenouilles : ces animaux n'avaient pas offert le moindre phénomène d'intoxication. Je reconnus bientôt que les expériences ainsi faites n'avaient aucune valeur : la thiotétrapyridine, à l'état pur, est insoluble dans l'eau et l'est sans doute aussi

---

(¹) A. Cahours et A. Étard, *Sur un nouveau dérivé de la nicotine* (*Comptes rendus*, 19 mai 1879).

(²) A. Cahours et A. Étard, *Note sur de nouveaux dérivés de la nicotine* (*Comptes rendus*, 16 février 1880).

dans les liquides de l'organisme; elle n'est donc pas absorbable, suivant toutes probabilités. MM. Cahours et Étard, à qui je fis part de cette difficulté, me remirent bientôt après une solution aqueuse, un peu acide, de chlorhydrate de thiotétrapyridine: 1^{cc} de cette solution contenait $0^{gr},05$ de sel. Plus tard, ils me donnèrent une autre solution, un peu plus faible, mais toujours acide : 1^{cc} de cette solution contenait $0^{gr},04$ de sel.

» En possession de ces liquides, je pus alors faire des expériences significatives.

» Sur des grenouilles on fit, dans la région jambière, vers le pied, une injection sous-cutanée d'un tiers de centimètre cube de la solution contenant 0,04 de chlorhydrate de thiotétrapyridine par centimètre cube; on avait donc injecté ainsi un peu plus de $0^{gr},01$ de ce sel. On n'observa aucun phénomène morbide pendant plus d'une heure; ce ne fut qu'alors que la grenouille commença à s'affaiblir. Une heure et demie après l'injection, elle était à demi paralysée, mais elle respirait et l'on pouvait apercevoir les battements du cœur à la région précordiale. Le lendemain, elle était en résolution, mais respirait encore; les mouvements du cœur persistaient.

» La nicotine, ainsi qu'on le sait, introduite à très faibles doses sous la peau d'une grenouille, ou même mise en contact avec la surface externe de son tégument cutané, provoque, au bout de quelques secondes, une sorte de tremblement convulsif général, pendant lequel l'animal rapproche les membres postérieurs de son corps et cesse complètement de respirer. En peu de minutes, une résolution générale succède à cette période spasmodique; l'animal est en état de mort apparente; les mouvements respiratoires sont abolis; les mouvements du cœur, au contraire, ont encore lieu.

» Il y a donc une différence des plus frappantes entre les effets si faibles, si lents du chlorhydrate de thiotétrapyridine sur les grenouilles et l'action si énergique et si rapide qu'exerce la nicotine sur ces animaux; en outre, les accidents tardifs produits par le sel de thiotétrapyridine diffèrent entièrement, comme forme, de ceux que détermine la nicotine.

» Les deux substances ne diffèrent pas moins, par rapport à leur influence sur les Mammifères.

» Lorsqu'on injecte de la nicotine dans le tissu cellulaire sous-cutané sur un chien, l'intoxication est évidemment retardée par l'action caustique que cette substance exerce sur les tissus. Le retard est moins grand et les effets sont plus marqués, à cause de la rapidité de l'absorption, lorsqu'on mêle la nicotine à une petite quantité d'eau et d'alcool. Je n'insiste pas sur ces effets, qui ont été bien souvent décrits. Il y a tout d'abord une douleur

vive et de l'agitation résultant de l'irritation locale produite par la nicotine; l'animal se lèche les lèvres quelques instants après l'injection, probablement parce que la nicotine, dès le début de l'absorption, tend à s'éliminer par la membrane muqueuse bucco-linguale : il y a de la salivation, puis des vomissements; des efforts de défécation se manifestent. Presque en même temps, quelques minutes après l'injection sous-cutanée de $0^{gr},10$ de nicotine diluée à l'aide d'eau alcoolisée, la respiration devient difficile; le chien s'affaiblit, marche en chancelant, puis il s'affaisse et est bientôt pris d'un accès convulsif très passager, avec extension des membres et du cou; cet accès peut se renouveler. La faiblesse augmente; les membranes nictitantes cachent une partie de la cornée transparente, par suite de la rétraction des globes oculaires. L'animal, un peu plus tard, est dans un état analogue à celui que produit le curare, au commencement de son action, ou encore lorsque ses effets commencent à se dissiper; il est couché à terre, n'ayant que de rares et faibles mouvements respiratoires, agitant un peu les membres de temps à autre, parfois après chacun de ces mouvements; il meurt au bout d'un temps variable, trois quarts d'heure, une heure ou une heure et demie après l'injection de la dose indiquée.

» Aucun des traits de ce tableau succinct ne s'observe chez les chiens sur lesquels on a pratiqué une injection sous-cutanée de chlorhydrate de thiotétrapyridine. J'ai varié de toutes manières les doses et la dilution aqueuse du sel; jamais on n'a noté le moindre phénomène d'intoxication. Des abcès se sont toujours formés dans les points où avaient été faites les injections.

» Des essais d'intoxication ont été tentés aussi par introduction du chlorhydrate de thiotétrapyridine dans l'estomac. Ici l'on a rencontré des obstacles particuliers, soit pour ce sel, soit pour la nicotine; ce sont des vomissements qui se produisaient très peu de temps après l'injection de ces substances et qui en faisaient rejeter la plus grande partie. On a pu empêcher ces accidents en faisant subir aux chiens qui devaient servir aux expériences une forte morphinisation préalable.

» Les effets de la nicotine, dans ces conditions, sont à peu près semblables, sauf les vomissements, à ceux qui se produisent à la suite des injections sous-cutanées; ils sont toutefois beaucoup plus lents et il faut, pour les obtenir, une dose plus considérable de poison (de $0^{gr},20$ à $0^{gr},30$).

» Le chlorhydrate de thiotétrapyridine a été introduit dans l'estomac des chiens morphinisés (comme la nicotine) à l'aide d'une sonde œsophagienne. On a fait prendre ainsi à des chiens 1^{gr} de thiotétrapyridine, en

solution aqueuse assez étendue, sans déterminer le moindre trouble fonctionnel.

» J'ai essayé comparativement aussi l'action de la nicotine et du chlorhydrate de thiotétrapyridine en mettant ces deux substances en contact avec la membrane muqueuse buccale. Le contraste ici a été encore plus saisissant, à cause de l'intensité et de la rapidité des effets de la nicotine absorbée de cette façon.

» Ainsi, dans la cavité buccale d'un chien qui avait résisté à une injection sous-cutanée de $0^{gr},10$ de nicotine, on introduit deux fois de suite une baguette de verre dont on a plongé l'extrémité dans la même nicotine; il secoue aussitôt la tête avec violence, puis la respiration devient difficile; il s'affaiblit rapidement, s'affaisse, et moins de trois minutes après que la nicotine est entrée en contact avec la membrane muqueuse buccale, l'animal est mourant.

» L'injection de la solution de chlorhydrate de thiotétrapyridine dans la cavité buccale, quelle qu'ait été la dose, n'a pas produit d'autre action que des mouvements de la tête évidemment en rapport avec l'irritation produite par cette substance.

» Chez des chats la même différence a été constatée; un chat, par exemple, a été tué en six minutes par l'introduction, dans la cavité buccale, de l'extrémité d'une baguette de verre qui avait été plongée dans de la nicotine (¹). La même expérience, faite sur un chat avec du chlorhydrate de thiotétrapyridine, ne détermine que de la salivation, des plaintes, de l'agitation, paraissant bien dues exclusivement à l'irritation locale.

» Je n'ai fait que deux expériences à l'aide du chlorhydrate d'isodipyridine. Au moyen d'une sonde œsophagienne, on a introduit dans l'estomac d'un chien morphinisé 1^{gr} de cette substance en solution aqueuse étendue : il ne s'est produit aucun phénomène d'intoxication. D'autre part, on a injecté sous la peau d'une grenouille, au niveau d'un des muscles gastrocnémiens, $0^{gr},01$ de ce chlorhydrate. Les effets ont été faibles et très lents à se manifester : ils ont été à peu près semblables à ceux qu'on avait observés à la suite de l'injection sous-cutanée du chlorhydrate de thiotétrapyridine.

» Des expériences résumées dans cette Note, il résulte que les dérivés de la nicotine, obtenus par MM. Cahours et Étard, et auxquels ils ont

---

(¹) Lorsque la mort arrive aussi rapidement que dans cette expérience, on peut voir, après l'arrêt du cœur, des mouvements plus ou moins étendus des membres se produire encore pendant quelques minutes. Il y a là un phénomène analogue à ceux du même genre qui ont été observés chez des personnes mortes à la suite du choléra ou de la fièvre jaune.

donné les noms de *thiotétrapyridine* et d'*isodipyridine*, absorbés à l'état de sels solubles et à des doses assez élevées, ne paraissent pas exercer la moindre action toxique sur les Mammifères (chiens, chats). Il en résulte aussi que les effets observés chez les grenouilles, à la suite de l'absorption de ces substances, n'ont aucune analogie avec ceux que produit l'alcaloïde du tabac. »

GÉOLOGIE. — *Le contact mécanique du gneiss et du calcaire, dans l'Oberland bernois, observé par M.* A. Baltzer. Note de M. **B. Studer**, présentée par M. Daubrée.

« Il y a près d'un demi-siècle, on a reconnu que, dans les Alpes de l'Oberland bernois, de grandes masses de gneiss recouvrent les terrains jurassiques et sont enchevêtrées avec eux. A ce fait, se rattache l'une des questions à la fois les plus importantes et les plus difficiles de la géologie des Alpes.

» Le gneiss ainsi superposé au terrain jurassique ne diffère pas de celui qui, d'autre part, lui sert de base et constitue les puissants massifs granitiques des Alpes centrales. Très peu de géologues ont visité ces sites sauvages, s'élevant de 2000^m à 3000^m au-dessus du sol des vallées. On est loin aussi d'être d'accord sur l'interprétation des faits observés, qui sont passés sous silence dans beaucoup de Traités de Géologie.

» La Commission géologique suisse s'est proposé de combler cette lacune autant qu'il dépendait d'elle, et pour cela elle a chargé M. le Dr Baltzer, qui professe la Chimie à Zurich et qui est connu par sa monographie du Glaernisch, d'étudier ce contact; son talent de dessinateur devait être largement mis à profit en cette circonstance.

» Dans plusieurs campagnes, de 1874 à 1876, qu'il a consacrées à cette expédition, M. le Dr Baltzer a suivi pas à pas, à travers des escarpements abrupts et des glaciers, la ligne de contact, depuis la vallée de Lauterbrunen jusqu'à celle de la Reuss. Il a ainsi exécuté, sur plus de 50^{km} de longueur, des dessins exacts des sites les plus instructifs, et recueilli de nombreux échantillons des roches principales.

» L'Ouvrage dans lequel toutes ces observations sont exposées se divise en deux Parties.

» Dans la première sont exposés les faits. L'auteur décrit les diverses roches, en donne des diagnoses microscopiques, des analyses chimiques, énumère les minéraux et fossiles qui y sont inclus, et entre dans de grands

détails sur leur structure, leur stratification, leur schistosité, leurs fissures et joints, et il relève surtout la discordance générale de la stratification du gneiss et des terrains de sédiment. Partout où j'ai été moi-même, je puis constater l'exactitude des dessins et descriptions que M. Baltzer nous donne.

» En raison du programme qui avait été fixé et du peu de temps dont il pouvait disposer, il n'a pas été possible à M. Baltzer d'étendre ses observations à de plus grandes distances de la ligne de contact. Au nord de cette ligne, il aurait vu que le renversement des terrains qui, à la Jungfrau, au Mettenberg, au Wetterhorn, a placé le gneiss sur le calcaire, n'est qu'un cas particulier d'une anomalie générale, que jusqu'à la chaîne du Faulhorn, au bord du lac de Brienz, les hauteurs appartiennent au jura inférieur, leur base au jura moyen ou supérieur; la composition du terrain rappelle le fameux lacet de Glaris (*Glærnerschliengen* d'Escher). Au midi du contact, aux abords du glacier d'Aletsch et de Guttanen au col de la Grimsel, le gneiss granitique dominant diffère de celui qui est au contact; c'est la véritable protogyne, dans laquelle le feldspath blanc domine, tandis que le gneiss décrit par l'auteur se rapproche plutôt des schistes cristallins que l'on traverse de Chamonix au Montanvert. Aussi je ne me souviens pas d'avoir remarqué, dans le gneiss qui enveloppe le calcaire, ces alternances du gneiss avec des strates d'eurite, de quartzite, de schistes amphiboliques ou à grenats, que l'on voit, par exemple, dans le grand tunnel du Saint-Gothard; cependant ce gneiss supérieur au calcaire ne diffère pas de celui qui forme sa base : il fait corps avec le grand massif de gneiss et protogyne qui entoure le glacier d'Aletsch et partage avec elle la forte inclinaison au sud-est.

» Dans la seconde Partie de l'Ouvrage, l'auteur passe en revue les diverses explications que l'on a tentées de la structure en éventail, de la schistosité, de l'alternance du gneiss avec des calcaires jurassiques, de la plasticité, etc. L'auteur expose ses propres idées à ce sujet.

» L'Ouvrage dont il s'agit, qui forme la XXe livraison des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*, est accompagné d'un Atlas de 13 Planches fort instructives et d'une Carte à $\frac{1}{50000}$.

» La Commission géologique suisse fait hommage à l'Académie de cette œuvre, bien faite pour encourager les géologues à fréquenter un pays si riche en problèmes importants à résoudre. »

M. **Dausse** fait hommage à l'Académie d'une Brochure qu'il vient de publier, sous le titre « Question de l'Isère à Grenoble ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Schimper*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. Oswald Heer obtient	....	32 suffrages.
M. de Bary »	....	3 »
M. Gœppert »	....	1 »

M. **Oswald Heer**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Pagel** adresse une Note portant pour titre « La rose azimutale ».

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. D. **Carrère** adresse une nouvelle Note sur la résolution de l'équation du sixième degré, lorsque toutes les racines sont imaginaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Français** adresse un Complément à son Mémoire destiné au Concours relatif aux questions qui intéressent le développement de la navigation.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** adresse à M. le Président une Lettre invitant l'Académie des Sciences à désigner un de ses Membres qui devra, conjointement avec trois

Membres de l'Académie des Inscriptions et un Membre de l'Académie des Beaux-Arts, faire partie de la Commission du *prix Fould* (histoire des arts du dessin chez les peuples anciens, jusqu'au siècle de Périclès).

Cette nomination aura lieu, au scrutin, dans la prochaine séance.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète f 1880 (Pechüle)*; par M. G. BIGOURDAN. Présentés par M. Mouchez.

« Au moyen de l'observation de Copenhague du 16 décembre 1880 et de celles de Paris du 1er et du 19 janvier 1881, j'ai obtenu les éléments suivants :

$$T = 1880, \text{ novembre } 9{,}42137, \text{ t. m. de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \varpi &= 261^\circ\ 3'57''4 \\ \Omega &= 249^\circ 22' 31''5 \\ i &= 60^\circ 42' 14''5 \end{aligned}\right\} \begin{array}{c}\text{Écliptique} \\ \text{et équinoxe moyens} \\ \text{de } 1881{,}0.\end{array}$$

$$\log q = \bar{1}{,}819274$$

» Représentation de l'observation moyenne :

En longitude................ $(O - C)\cos\beta = -12'',8$

En latitude.................. $O - C = -16'',9$

» J'ai déduit de ces éléments l'éphéméride suivante pour 12^h t. m. de Paris :

Dates. 1881.	Ascension droite apparente. h m s	Déclinaison apparente. ° ′ ″	Log r.	Log Δ.	Éclat.
Février 1...	22.11.44,0	+31. 6.29	0,229277	0,330173	0,19
» 3...	22.18.53,8	31.35.24			
» 5...	22.25.55,8	32. 3. 2	0,243943	0,344664	0,16
» 7...	22.32.49,9	32.29.26			
» 9...	22.39.36,4	32.54.43	0,258037	0,359052	0,14
» 11...	22.46.15,3	33.18.55			
» 13...	22.52.46,7	33.42. 7	0,271599	0,373264	0,13
» 15...	22.59.10,7	34. 4.22			
» 17...	23. 5.27,7	34.25.45	0,284659	0,387239	0,11
» 19...	23.11.37,7	34.46.19			
» 21...	23.17.40,8	35. 6. 7	0,297250	0,400929	0,10
» 23...	23.23.37,4	35.25.13			
» 25...	23.29.27,4	35.43.39	0,309400	0,414290	0,09
» 27...	23.35.11,2	36. 1.28			
Mars 1.....	23.40.48,7	36.18.44	0,321135	0,427291	0,08

» L'éclat de la comète au 16 décembre 1880 est pris pour unité. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Présentation d'une épreuve photographique de la nébuleuse d'Orion*, par M. H. **Draper**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Cornu.)

« New-York, 11 décembre 1880.

» .... Je vous ai adressé par la poste une épreuve agrandie de la photographie de la nébuleuse d'Orion; c'est la première envoyée en France ([1]). Vous observerez que, vu les mouvements de l'atmosphère qui ont lieu pendant la longue durée d'exposition de cinquante et une minutes, les images des étoiles un peu brillantes sont beaucoup dilatées. Mais la nébuleuse, en raison de son faible éclat, n'est pas beaucoup troublée par cette cause.

» Je serais heureux que vous voulussiez bien mettre cette photographie sous les yeux de l'Académie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les diviseurs de certaines fonctions homogènes du troisième ordre à deux variables.* Note du P. **Pepin**.

« La propriété la plus remarquable des formes quadratiques binaires consiste en ce que leurs diviseurs sont renfermés dans certaines progressions arithmétiques qui les distinguent nettement des non-diviseurs. Parmi les formes binaires d'un ordre supérieur au second, les seules chez lesquelles on ait jusqu'ici reconnu une propriété semblable, sont les polynômes diviseurs des fonctions suivantes :

$$\frac{x^n - y^n}{x - y}, \quad \frac{x^{2n+1} + y^{2n+1}}{x + y}, \quad \frac{(x + y\sqrt{a})^n - (x - y\sqrt{a})^n}{2y\sqrt{a}}, \quad \frac{(x+y\sqrt{a})^{2n+1} + (x-y\sqrt{a})^{2n+1}}{2x}.$$

Telles sont les formes que l'on obtient en rendant homogènes les fonctions auxquelles on est conduit dans la théorie de la division du cercle et que M. Sylvester a nommées *fonctions cyclotomiques*. Mais ces formes ne sont pas les seules qui jouissent de la propriété énoncée; on trouvera en effet dans les théorèmes suivants un grand nombre de formes cubiques binaires, dont les diviseurs se distinguent des non-diviseurs par leurs formes linéaires. Les formes auxquelles se rapportent ces théorèmes sont des

([1]) Cette épreuve n'est parvenue à M. Cornu que la semaine dernière.

fonctions linéaires des deux formes plus simples

$$X = x(x^2 - 9y^2), \quad Y = y(x^2 - y^2),$$

où x et y sont deux nombres entiers et premiers entre eux, positifs ou négatifs.

» I. Les diviseurs premiers des deux formes $X + 3Y$, $X + 9Y$ sont, exclusivement à tout autre, 2, 3, 7 et les nombres premiers de l'une des deux formes $18l \pm 1$.

» Ce théorème peut se déduire d'un théorème de M. Sylvester concernant la fonction cyclotomique $u^3 - 3u + 1$.

» II. Les diviseurs premiers des deux formes cubiques $X + Y$, $X + 13Y$ sont exclusivement 2, 7 et les nombres premiers de l'une des deux formes $14l \pm 1$; ceux des deux formes $X + 27Y$, $13X + 27Y$ sont les mêmes et, en outre, le nombre 3.

» III. Les diviseurs premiers des formes cubiques $X + 6Y$, $X + 15Y$, $2X + 9Y$, $4X + 3Y$, $X + 36Y$, $5X + 9Y$, $5X + 33Y$, $11X + 45Y$ sont, à l'exclusion de tout autre nombre, 2, 3, 7 et les nombres premiers compris dans les progressions arithmétiques dont la raison est 126 et dont les premiers termes sont respectivement 5, 11, 17, 19, 23, 25, 31, 47, 53, 59, 61, 65, 67, 79, 89, 95, 101, 103, 115, 121.

» IV. Les deux formes cubiques $X + 5Y$, $5X + Y$ admettent exclusivement, comme diviseurs premiers, 2, 13 et les nombres premiers de l'une des formes $26l + 1$, 5, 21, 25; les deux formes $5X + 37Y$, $X + 135Y$ ont les mêmes diviseurs et, en outre, le nombre 3.

» V. Les diviseurs premiers des formes cubiques $X + 18Y$, $2X + 3Y$, $X + 21Y$, $4X + 33Y$, $7X + 9Y$, $7X + 69Y$, $11X + 36Y$, $23X + 63Y$ sont exclusivement 2, 3, 13, les nombres premiers $18l \pm 1$ qui, divisés par 26, donnent les restes 1, 5, 21, 25, et les nombres premiers $18l \pm 5$, ± 7 qui, divisés par le même nombre, donnent des restes différents de ceux-là.

» VI. Les diviseurs premiers des deux formes cubiques $7X + 27Y$, $11X + 189Y$ sont exclusivement 2, 3, 19 et les nombres premiers compris dans les formules $38l + 1$, 7, 11, 27, 31, 37; ceux des deux formes $X + 7Y$, $7X + 11Y$ sont les mêmes, à l'exception de 3, qui est non-diviseur.

» VII. Les seuls diviseurs premiers des formes cubiques $X + 12Y$, $X + 45Y$, $4X + 9Y$, $5X + 3Y$, $5X + 111Y$, $8X + 39Y$, $13X + 72Y$, $37X + 45Y$ sont 2, 3, 19, les nombres premiers $18l \pm 1$ qui, divisés par

19, donnent les restes 1, 7, 8, 11, 12, 18, et les nombres premiers $18l \pm 5$, ± 7 qui, divisés par le même nombre 19, donnent des restes différents de ceux-là.

» VIII. Les seuls diviseurs premiers des deux formes $X + 2Y$, $4X + 23Y$ sont 2, 31 et les nombres premiers compris dans les formules $62l + 1$, 15, 22, 27, 29, 33, 35, 39, 47, 61; ceux des deux formes $2X + 27Y$, $23X + 108Y$ sont les mêmes et, en outre, le nombre 3.

» IX. Les diviseurs premiers des formes $X + 33Y$, $5X + 21Y$, $7X + 45Y$, $11X + 9Y$, $11X + 177Y$, $13X + 315Y$, $35X + 39Y$, $59X + 99Y$ sont, exclusivement à tout autre nombre, 2, 3, 31, les nombres premiers $18l \pm 1$ qui, divisés par 31, donnent les restes 1, 2, 4, 8, 15, 16, 23, 27, 29, 30, et les nombres premiers $18l \pm 5$, ± 7 qui, divisés par le même diviseur, donnent des restes différents de ceux-là.

» X. Les deux formes cubiques $X + 11Y$, $11X + 47Y$ admettent comme facteurs premiers, exclusivement à tout autre nombre, 2, 37 et les nombres premiers compris dans les formules $74l + 1$, 11, 23, 27, 29, 31, 43, 45, 47, 51, 63, 73; les deux formes $11X + 27Y$, $47X + 297Y$ ont les mêmes diviseurs et, de plus, le nombre 3.

» XI. Les diviseurs premiers des formes cubiques $2X + 15Y$, $X + 63Y$, $5X + 18Y$, $7X + 3Y$, $7X + 219Y$, $13X + 180Y$, $20X + 39Y$, $73X + 63Y$ sont exclusivement 2, 3, 37, les nombres premiers $18l \pm 1$ dont la division par 37 donne les restes 1, 6, 8, 10, 11, 14, 23, 26, 27, 29, 31, 36 et les nombres premiers $18l \pm 5$, ± 7 dont la division par le même nombre conduit à des restes différents de ceux-là. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distinction des intégrales des équations différentielles linéaires en sous-groupes.* Note de M. CASORATI.

« Cette distinction a été faite, comme on sait, la première fois par M. Hamburger en 1873 (¹), en appliquant très à propos un procédé exposé par M. Jordan en 1871 (²).

(¹) *Bemerkung über die Form der Integrale*, etc., dans le Tome LXXVI du *Journal de Crelle-Borchardt*. Je conserve au mot *groupe* le sens qui lui est attribué par M. Fuchs dans le Mémoire fondamental de l'année 1866, et par *sous-groupe* j'entends ce que M. Hamburger désigne par *Partialgruppe* (p. 114 de sa *Bemerkung*) et *Gruppe* (p. 118 et suiv.).

(²) Que M. Hamburger ne manque pas de citer et qui se lit au Tome LXXIII des *Comptes rendus* sous le titre *Sur la résolution des équations différentielles linéaires*.

» Maintenant il vient de paraître un écrit de M. Stickelberger ([1]), où la même question est traitée d'une autre manière. Conformément aux idées sur le *calcul aux différences* que j'ai publiées il y a quelques mois ([2]), M. Stickelberger introduit dans la question la considération des équations aux différences, et c'est par la résolution d'un système d'équations aux différences linéaires du premier ordre et à coefficients constants, et par l'application d'une formule donnée par M. Weierstrass en 1868 ([3]), qu'il parvient à obtenir cette distinction, en relation avec les degrés de multiplicité que les facteurs linéaires du déterminant, premier membre de l'équation fondamentale de M. Fuchs, présentent dans ce déterminant même et dans ses déterminants partiels de degrés décroissants.

» Or, je crois à propos de faire remarquer que, pour donner aux conclusions de M. Hamburger ([4]) cette forme plus simple et bien déterminée qui dérive de la considération des degrés de multiplicité susdits, il n'est pas nécessaire de changer le procédé de M. Jordan, mais seulement de le préciser un peu davantage par quelques observations relatives à ces degrés.

» Soit $\omega_1 - \omega$ un facteur linéaire du premier membre de l'équation fondamentale, c'est-à-dire du déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11}-\omega & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}-\omega & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots\dots & \dots & \dots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n}-\omega \end{vmatrix}.$$

Ce facteur pourra entrer plusieurs fois dans Δ et entrer dans le même temps dans tous les déterminants partiels qu'on peut obtenir de Δ en supprimant une ligne et une colonne, deux lignes et deux colonnes, etc. Soit $l^{(\varkappa)}$ l'exposant de la plus haute puissance de $\omega_1 - \omega$ par laquelle sont divisibles *tous* les déterminants partiels de degré $n - \varkappa$ que l'on peut former en supprimant, dans Δ, $\varkappa$ lignes et $\varkappa$ colonnes, et supposons que $l^{(\varkappa)}$ soit

---

([1]) *Zur Theorie der linearen Differentialgleichungen* (*Akademische Antrittsschrift*). Imprimerie Teubner; Leipzig, 1881.

([2]) *Il calcolo delle differenze finite interpretato ed accresciuto di nuovi teoremi, a sussidio principalmente delle odierne ricerche basate sulla variabilità complessa*, dans le fascicule 1er (juillet 1880) du Tome X des *Annali di Matematica*, dirigées par M. Brioschi.

([3]) *Zur Theorie der bilinearen und quadratischen Formen*, dans les *Monatsberichten* de l'Académie de Berlin.

([4]) Lesquelles sont résumées à la page 121.

zéro pour $\varkappa = \nu$ et plus grand que zéro pour $\varkappa > \nu$. On a nécessairement [1]

(1) $$l > l' > l'' > \ldots > l^{(\nu-1)},$$

et, si l'on pose

$$l - l' = e, \quad l' - l'' = e', \quad \ldots, \quad l^{(\nu-2)} - l^{(\nu-1)} = e^{(\nu-2)}, \quad l^{(\nu-1)} = e^{(\nu-1)},$$

les nombres

(2) $$e, \; e', \; e'', \; \ldots, \; e^{(\nu-1)}$$

seront tous positifs et la somme des $\nu - \varkappa$ derniers d'entre eux sera $l^{\varkappa}$.

» M. Weierstrass donne le nom de *diviseurs élémentaires* [2] du déterminant Δ, relatifs au facteur $\omega_1 - \omega$, aux puissances

(3) $$(\omega_1 - \omega)^{e}, \quad (\omega_1 - \omega)^{e'}, \quad \ldots, \quad (\omega_1 - \omega)^{e^{(\nu-1)}},$$

dont les $\nu - \varkappa$ dernières, multipliées entre elles, donnent la plus haute puissance de $\omega_1 - \omega$ qui entre dans *tous* les déterminants partiels de degré $n - \varkappa$.

» Cela posé, pour compléter l'application de M. Hamburger, il suffit de faire les deux observations suivantes :

» I. La démonstration donnée, pages 115-117, du théorème de la page 115 [3] fait voir non seulement que les déterminants partiels de P et Π *s'annulent ensemble*, mais aussi que les exposants $l, l', l'', \ldots$ sont les mêmes pour ces déterminants, c'est-à-dire qu'*ils possèdent les mêmes diviseurs élémentaires.*

» II. Les diviseurs élémentaires des déterminants désignés par $\Delta, \Delta', \Delta'', \ldots$ (pages 114, 118, 120), relatifs au même facteur $\omega_1 - \omega$, se succèdent de la manière suivante [4] :

(4) $$(\omega_1 - \omega)^{e}, \quad (\omega_1 - \omega)^{e'}, \quad (\omega_1 - \omega)^{e''}, \quad \ldots, \quad (\omega_1 - \omega)^{e^{(\nu-1)}} \quad (\Delta),$$

(5) $$(\omega_1 - \omega)^{e-1}, \quad (\omega_1 - \omega)^{e'-1}, \quad (\omega_1 - \omega)^{e''-1}, \quad \ldots, \quad (\Delta'),$$

(6) $$(\omega_1 - \omega)^{e-2}, \quad (\omega_1 - \omega)^{e'-2}, \quad (\omega_1 - \omega)^{e''-2}, \quad \ldots, \quad (\Delta''),$$

$$\ldots\ldots, \quad \ldots\ldots, \quad \ldots\ldots, \quad \ldots$$

---

(1) On écrira $l, l', l'', \ldots$, au lieu de $l^{(0)}, l^{(1)}, l^{(2)}, \ldots$.

(2) *Elementar-Theiler*, dans le Mémoire cité, p. 311.

(3) Je me rapporte à la *Bemerkung*, etc., de M. Hamburger. Qui le désire peut rapporter mes observations à la Note même de M. Jordan.

(4) Les nombres $e, e', e'', \ldots$ satisfont, comme on verra, nécessairement aux conditions

$$e \geqq e' \geqq e'' \geqq \ldots \geqq e^{(\nu-1)}.$$

Il est superflu d'avertir que la lettre ν a ici la même valeur que chez M. Hamburger,

» Maintenant, on donnera sur-le-champ aux conclusions de M. Hamburger la forme plus simple dont il est question, en remarquant que les nombres qu'il a désignés par $\nu, \nu', \nu'', \ldots$ sont les nombres des puissances à exposants positifs dont se composent respectivement les suites (4), (5), (6),....

» En effet, d'après cette remarque, et puisque l'exposant $e^{(\nu-1)}$ ne se réduit à zéro qu'après en avoir retranché $e^{(\nu-1)}$ fois l'unité, on verra qu'il est

$$\nu = \nu' = \ldots = \nu^{e^{(\nu-1)}-1},$$

et que, par conséquent, à cet exposant correspond un sous-groupe (p. 121) d'intégrales composé de $e^{(\nu-1)}$ éléments.

» Pareillement, l'exposant $e^{(\nu-2)}$ ne se réduisant à zéro qu'après en avoir retranché $e^{(\nu-2)}$ fois l'unité, on verra qu'il est

$$\nu^{e^{(\nu-1)}} = \nu^{e^{(\nu-1)}+1} = \ldots = \nu^{e^{(\nu-2)}-1},$$

et qu'à cet exposant il correspond un sous-groupe composé de $e^{(\nu-2)}$ éléments.

» En continuant de la sorte, on obtient la conclusion totale sous la forme désirée, c'est-à-dire qu'il y a autant de sous-groupes que de puissances dans la suite (4), et que chaque sous-groupe contient un nombre d'éléments égal à l'exposant de la puissance qui lui correspond [1]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la séparation des racines des équations dont le premier membre est décomposable en facteurs réels et satisfait à une équation linéaire du second ordre.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. Les méthodes connues pour effectuer la séparation des racines d'une équation sont, même dans le cas où elle a toutes ses racines réelles, à peu près impraticables lorsque son degré est un peu élevé.

» Le problème peut être posé de la façon suivante : *Étant donnée une quantité arbitraire ξ, trouver un nombre α tel que l'intervalle compris entre ξ et α renferme* au plus *une racine de l'équation.* On en obtient une solution

---

qui désigne par ν le nombre des équations (3), p. 114, qu'il est possible de déduire des autres $n - \nu$.

[1] Il va sans dire que plusieurs exposants peuvent être égaux entre eux et qu'alors les sous-groupes correspondants contiendraient le même nombre d'éléments.

facile dans le cas où, l'équation ayant toutes ses racines réelles, le premier membre satisfait à une équation linéaire du second ordre.

» Considérons, en effet, une telle équation

$$(1) \qquad f(x) = 0,$$

dont le premier membre est un polynôme du degré n satisfaisant à l'équation différentielle

$$P\frac{d^2y}{dx^2} + Q\frac{dy}{dx} + Ry = 0,$$

et posons

$$\begin{aligned} F(x,\xi) = {} & 12(n-1)P^2 + 12(x-\xi)PQ \\ & + (x-\xi)^2 + [(n+1)Q^2 - 4(n-2)(PR + PQ' - QP')]. \end{aligned}$$

» Pour une valeur donnée de ξ, le polynôme F acquiert une valeur négative quand on remplace x par la valeur d'une quelconque des racines de l'équation (1), sauf les deux racines qui avoisinent ξ. Pour ces deux racines, le polynôme peut avoir une valeur positive; il est d'ailleurs toujours positif pour $x = \xi$, si l'on suppose que ξ n'annule pas P. Je ferai remarquer aussi que F est toujours négatif si l'on remplace ξ et x par les valeurs de deux racines quelconques de l'équation (1).

» D'où la proposition suivante :

» Si l'on donne à ξ une valeur arbitraire n'annulant pas P, l'équation $F(x, \xi) = 0$ a toujours au moins deux racines réelles; en désignant par x' et x'' celles de ses racines qui avoisinent ξ, on peut affirmer que chacun des intervalles compris entre les nombres x' et ξ, ξ et x'' renferme au plus une racine de l'équation. La simple substitution des nombres x', ξ et x'' fera donc connaître exactement le nombre des racines comprises dans ces intervalles.

» La méthode précédente exige la résolution au moins approchée d'une équation qui, généralement, est d'un degré supérieur au second; mais il est toujours possible d'éviter cette résolution en se donnant la quantité x (que l'on peut, sauf certaines restrictions indiquées dans chaque cas particulier par la discussion du polynôme F, choisir arbitrairement) et en résolvant l'équation $F = 0$ par rapport à la quantité ξ, qui n'y entre qu'au second degré.

» 2. Comme exemple, je considérerai le polynôme U_n, étudié par M. Hermite, et qui satisfait à l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} - x\frac{dy}{dx} + ny = 0.$$

» On trouve aisément

$$F(x,\xi) = 12(n-1) + 12x(\xi - x) + (\xi - x)^2[(n+1)x^2 - 4(n-1)(n-2)].$$

» Désignons par A la plus grande racine de l'équation $U_n = 0$, laquelle, comme je l'ai montré ([1]), est inférieure à $\frac{2(n-1)}{\sqrt{n+2}}$, et par B la racine qui la précède immédiatement; cela posé, si ξ est compris entre $-B$ et $+B$, l'équation $F = 0$ a ses quatre racines réelles. La plus grande est comprise entre A et $\frac{2(n-1)}{\sqrt{n+2}}$, et, comme il est facile d'obtenir une limite inférieure de la quantité B, on voit que l'on peut déduire de là une limite supérieure de A. La plus petite racine est de même comprise entre $-\frac{2(n-1)}{\sqrt{n+2}}$ et $-A$; quant aux deux autres racines α et β, l'une a une valeur supérieure, l'autre une valeur inférieure à celle de ξ, et l'on est assuré que les intervalles compris entre les nombres α et ξ, ξ et β renferment au plus une racine de l'équation $U_n = 0$.

» Donnons à x une valeur arbitraire comprise entre $-A$ et $+A$, et soient, pour cette valeur de x, ξ' et ξ'' les racines de l'équation du second degré en ξ

$$F(x,\xi) = 0;$$

on peut également affirmer que chacun des intervalles compris entre ξ' et x, x et ξ'' renferme au plus une racine de l'équation proposée.

» 3. Les considérations qui précèdent s'appliquent entièrement aux équations dont le premier membre est une série indéfinie, satisfaisant à une équation différentielle du second ordre et qui peut être regardée comme la limite d'un polynôme entier ayant tous ses facteurs réels. Il suffit, dans tout ce qui précède, de supposer n infiniment grand.

» De pareilles équations s'offrent, par exemple, quand on égale à zéro les transcendantes de Bessel et certaines fonctions circulaires.

» Considérons, comme application, l'équation

$$\cos\sqrt{2x} = 0,$$

dont les racines sont

$$\frac{\pi^2}{8}, \quad \frac{9\pi^2}{8}, \quad \frac{25\pi^2}{8}, \quad \ldots.$$

([1]) *Notes sur la résolution des équations numériques*, p. 66.

et dont le premier membre satisfait à l'équation différentielle

$$2x\frac{d^2y}{dx^2}+\frac{dy}{dx}+y=0.$$

» Un calcul facile donne

$$F(x,\xi)=48x^2+(\xi-x)^2(9-8x),$$

et, comme vérification d'une des propositions précédentes, on peut remarquer que cette expression doit avoir une valeur négative si l'on y remplace respectivement x et ξ par les nombres $\frac{\pi^2}{8}$ et $\frac{9\pi^2}{8}$, qui satisfont à l'équation $\cos\sqrt{2x}=0$.

» On a donc l'inégalité

$$\frac{48\pi^4}{64}+\pi^4(9-\pi^2)<0,$$

d'où

$$\pi^2>9+\frac{3}{4}>\frac{39}{4}$$

et

$$\pi>\frac{\sqrt{39}}{2}>3,12\ldots\text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des intégrales elliptiques de première et de seconde espèce en séries entières récurrentes.* Note de M. J. FARKAS, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« En supposant k, a, b des nombres réels et

$$0<k<1,\quad 0<a<1,\quad 1<b<\frac{1}{k},$$

suivant que x varie en ligne droite de 0 à a ou de 1 à b, écrivons

$$x=\sin\varphi,\quad\text{ou}\quad x=\frac{1}{\sin\psi}=\frac{1}{y},$$

dans les intégrales

$$F_{u,v}=\int_v^u\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-k^2x^2}},\quad E_{u,v}=\int_v^u\frac{\sqrt{1-k^2x^2}}{\sqrt{1-x^2}}dx;$$

nous aurons d'abord

$$F_{a,0}=\int_0^\alpha\left[1+\frac{1}{2}(kx)^2+\frac{1.3}{2.4}(kx)^4+\frac{1.3.5}{2.4.6}(kx)^6+\ldots\right]d\varphi,$$

$$E_{a,0}=\int_0^\alpha\left[1-\frac{1}{2}(kx)^2-\frac{1}{2}\frac{1}{4}(kx)^4-\frac{1.3}{2.4}\frac{1}{6}(kx)^6-\ldots\right]d\varphi,$$

$$F_{b,0}=\int_{\frac{\pi}{2}}^\beta\frac{\sqrt{-1}}{y}\left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{k}{y}\right)^2+\frac{1.3}{2.4}\left(\frac{k}{y}\right)^4+\frac{1.3.5}{2.4.6}\left(\frac{k}{y}\right)^6+\cdots\right]d\psi,$$

$$E_{b,0}=\int_{\frac{\pi}{2}}^\beta\frac{\sqrt{-1}}{y}\left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{k}{y}\right)^2-\frac{1}{2}\frac{1}{4}\left(\frac{k}{y}\right)^4-\frac{1.3}{2.4}\frac{1}{6}\left(\frac{k}{y}\right)^6-\cdots\right]d\psi.$$

» Je considère les formules

$$\int x\,d\varphi=\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots2n}\varphi-\sqrt{1-x^2}\left[\frac{x^{2n-1}}{2n}+\frac{2n-1}{2n}\frac{x^{2n-3}}{2n-2}+\cdots+\frac{(2n-1)\ldots3}{2n\ldots4}\frac{x}{2}\right]=X_n,$$

$$\int\frac{d\psi}{y}=\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots2n}\log\operatorname{tang}\frac{\psi}{2}-\frac{\sqrt{1-y^2}}{y}\left[\frac{1}{2n}+\frac{2n-1}{2n}\frac{y^2}{2n-2}+\cdots+\frac{(2n-1)\ldots3}{2n\ldots4}\frac{y^{2n-2}}{2}\right]=Y_n.$$

» Les séries

$$\sum_{n=1}^{n=\infty}k^{2n}X_n,\quad\sum_{n=1}^{n=\infty}k^{2n}Y_n$$

sont convergentes. Relativement aux parties

$$\varphi\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots2n}k^{2n},\quad\log\operatorname{tang}\frac{\psi}{2}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots2n}k^{2n},$$

la chose est évidente. Quant aux deux autres, les contenus des deux parenthèses, dans les formules X_n et Y_n, sont plus grands que zéro, plus petits que

$$P_n=\frac{1}{2n}+\frac{2n-1}{2n}\frac{1}{2n-2}+\cdots+\frac{(2n-1)\ldots3}{2n\ldots4}\frac{1}{2}.$$

Or,

$$2P_n<\frac{1}{n}+\frac{1}{n-1}+\cdots+\frac{1}{2}+1,$$

et, comme $o < k < \frac{k}{y} < 1$, à plus forte raison

$$P_n k^{2n} < P_n \left(\frac{k}{y}\right)^{2n} < \left(\frac{k}{y}\right)^n \left[\frac{k}{y} + \frac{1}{2}\left(\frac{k}{y}\right)^2 + \dots + \frac{1}{n}\left(\frac{k}{y}\right)^n\right] < \left(\frac{k}{y}\right)^n \log\frac{1}{1-\frac{k}{y}}, \quad \dots$$

Ainsi, il est permis de porter les formules X_n et Y_n dans les quatre séries. La substitution une fois effectuée, il ne reste qu'à les ordonner convenablement.

» En écrivant

$$A_0 = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 k^2 + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 k^4 + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 k^6 + \dots,$$

$$A_{n+1} = \left[\frac{2(n+1)}{k(2n+1)}\right]^2 (A_{n-1}),$$

$$B_0 = -1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{k^2}{1} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \frac{k^4}{3} + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 \frac{k^6}{5} + \dots,$$

$$B_{n+1} = \left[\frac{2(n+1)}{k(2n+1)}\right]^2 \left(B_n - \frac{1}{2n-1}\right),$$

on a

$$F_{a,0} = A_0\alpha - \frac{k^2}{2} a\sqrt{1-a^2}\left[\frac{1}{2}\frac{A_1}{1} + \frac{1.3}{2.4}\frac{A_2}{2}(ka)^2 + \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{A_3}{3}(ka)^4 + \dots\right],$$

$$E_{a,0} = -B_0\alpha + \frac{k^2}{2} a\sqrt{1-a^2}\left[\frac{1}{2}\frac{B_1}{1} + \frac{1.3}{2.4}\frac{B_2}{2}(ka)^2 + \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{B_3}{3}(ka)^4 + \dots\right],$$

$$-\sqrt{-1}\,F_{b,1} = A_0 \log\tan\frac{\beta}{2} - \frac{k^2}{2} b\sqrt{b^2-1}\left[\frac{1}{2}\frac{A_1}{1} + \frac{1.3}{2.4}\frac{A_2}{2}(kb)^2 + \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{A_3}{3}(kb)^4 + \dots\right],$$

$$-\sqrt{-1}\,E_{b,1} = -B_0 \log\tan\frac{\beta}{2} + \frac{k^2}{2} b\sqrt{b^2-1}\left[\frac{1}{2}\frac{B_1}{1} + \frac{1.3}{2.4}\frac{B_2}{2}(kb)^2 + \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{B_3}{3}(kb)^4 + \dots\right]. »$$

PHYSIQUE. — *Sur le choix de l'unité de force dans les mesures électriques absolues.* Note de M. LIPPMANN, présentée par M. Jamin.

« On sait que les mesures électriques dites *absolues* reposent sur le choix des trois unités qui servent à mesurer les temps, les longueurs et les forces; on se rappelle également qu'en 1863 un Comité de l'Association britannique a proposé de prendre pour unité de force la *dyne*, c'est-à-dire la force capable d'imprimer à la masse de 1^{gr}, au bout d'une seconde, une vitesse de $0^m,01$ par seconde. La dyne est-elle de tout point l'unité de force

la plus avantageuse que l'on ait pu choisir? Sans vouloir discuter ici complètement cette question complexe, on peut du moins en faciliter la solution à l'aide des remarques suivantes, qui n'ont peut-être pas été faites d'une façon suffisamment explicite et générale par les auteurs.

» 1° *Les unités électromagnétiques absolues de résistance et de capacité électriques sont indépendantes du choix de l'unité de force* ([1]). Or ce sont les seules unités absolues représentées par des étalons. Ainsi l'on pourrait faire varier à volonté l'unité de force : les *ohms* et les *microfarads*, répandus aujourd'hui dans les laboratoires, n'en conserveraient pas moins leur valeur.

» 2° *Les formules qui permettent de passer du système électromagnétique absolu au système électrostatique absolu, ou inversement, sont toutes indépendantes du choix de l'unité de force.* On peut s'en assurer en parcourant la dernière ligne du Tableau que nous donnons plus bas, et qu'il est facile de calculer. Or, ces formules sont les seules de ce genre qui aient une interprétation théorique.

» Les unités d'intensité et de force électromotrice dépendent, au contraire, du choix de l'unité de force; si l'on croyait, par exemple, devoir remplacer la dyne par une autre unité, les opérations nécessaires pour mesurer ces grandeurs ne changeraient pas, mais leur résultat numérique s'énoncerait autrement; il faudrait remplacer le volt et le weber par d'autres dénominations, car ce sont de simples dénominations, et non des étalons.

([1]) Soient en effet L, T, F la longueur, le temps et la force mesurés avec des unités quelconques. La quantité de magnétisme μ est donnée par une équation de la forme $\frac{\mu^2}{L^2} = F$; μ est donc du degré $\mu = LF^{\frac{1}{2}}$. L'intensité i du courant est donnée par la formule d'Ampère, laquelle est du degré $\frac{\mu i}{L} = F$, d'où $i = \frac{LF}{\mu} = F^{\frac{1}{2}}$. Enfin, la résistance électrique r est donnée par l'équation $ri^2T = FL$, dont les deux membres représentent respectivement le travail électrique et mécanique; d'où $r = \frac{FL}{i^2T}$, c'est-à-dire $r = \frac{L}{T}$; r est donc indépendant de F, ce qu'il fallait démontrer. De même, la capacité électrique c, dérivée de la charge iT par rapport à la force électromotrice $e = ri$, est de la forme $\frac{iT}{ri} = \frac{T}{r}$. On a donc

$$c = \frac{T^2}{L}.$$

» On peut d'ailleurs passer d'un système d'unités à un autre quelconque à l'aide du Tableau suivant :

Système.	Intensité.	Résistance.	Force électromotrice.	Capacité.
Électro-magnétique	$i = F^{\frac{1}{2}}$	$r = \frac{L}{T}$	$e = \frac{LF^{\frac{1}{2}}}{T}$	$c = \frac{I^2}{L}$
Électrostatique	$I = \frac{LF^{\frac{1}{2}}}{T}$	$R = \frac{T}{L}$	$E = F^{\frac{1}{2}}$	$C = L$
Rapports	$\frac{I}{i} = \frac{L}{T}$	$\frac{R}{r} = \frac{T^2}{L^2}$	$\frac{E}{e} = \frac{T}{L}$	$\frac{C}{c} = \frac{L^2}{T^2}$

» Les formules analogues données par les auteurs rentrent, bien entendu, dans celles de ce Tableau; mais elles sont un peu moins simples, et elles supposent que l'on ait pris l'accélération pour mesure de la force.

» Les remarques qui viennent d'être faites montrent que le choix de l'unité de force n'a pas l'importance qu'on serait tenté de lui attribuer au premier abord, et par suite qu'il serait facile de changer cette unité.

» Cela posé, il est permis de se demander pourquoi les éminents auteurs du système électromagnétique ont cru devoir mesurer les forces en dynes. La raison en est simple : c'est que, pour déterminer le couple des forces exercées par le magnétisme terrestre sur une aiguille aimantée, ces physiciens ont employé la méthode des oscillations. Lorsqu'on emploie cette méthode, ce que l'on trouve par l'expérience, c'est une accélération; il est alors naturel de prendre les accélérations pour mesure des forces qui les produisent. La dyne a l'avantage d'une plus grande simplicité dans le cas de la méthode des oscillations, et seulement dans ce cas. Or, il faut bien remarquer que la méthode des oscillations n'est qu'un moyen détourné, car pour mesurer un couple statique il eût été plus *direct* d'employer la suspension bifilaire de Gauss, ou plus généralement une méthode statique. Mais alors aucune accélération n'intervient; on a seulement à peser l'aiguille aimantée : la grandeur de la force se déduit de cette pesée et s'obtient directement en grammes. C'est un détour et une complication que de l'exprimer après coup en dynes.

» Le système de la dyne complique d'ailleurs notablement les formules de transformation : il fait disparaître les avantages du système décimal en ce qui concerne la mesure des longueurs. Les électriciens ont employé comme unité de longueur, les uns le mètre, d'autres le centimètre ou le millimètre; supposons que l'on veuille passer de l'une de ces unités à l'autre. Dans le système de la dyne, ou plus généralement dans les sys-

tèmes où la force est définie à l'aide d'une accélération, les unités d'intensité et de force électromotrice dépendent de la racine carrée et de la puissance $\frac{3}{2}$ de l'unité de longueur : de sorte que l'on est obligé de diviser par un facteur qu'il faut calculer, et qui est soit la racine carrée, soit la puissance $\frac{3}{2}$ d'une puissance de 10. Si, au contraire, on prend pour unité de force un poids ou toute autre force indépendante de l'unité de longueur, l'unité d'intensité est indépendante de l'unité de longueur; quant à l'unité de force électromotrice, elle est, comme les autres unités électriques, du premier degré par rapport aux longueurs; il en résulte que l'on peut passer du mètre au centimètre et au millimètre par un simple déplacement de la virgule, opération qui peut se faire mentalement : c'est l'avantage essentiel du système décimal, et l'on renonce à en profiter lorsque l'on adopte le système des unités anglaises.

» En résumé, les étalons électriques et les principales formules théoriques étant indépendantes du choix de l'unité de force, le choix de cette unité n'a pas une très grande importance et le changement en est toujours facile. La dyne ne présente aucun avantage essentiel dans quelques cas. Enfin, il est fort désirable que les unités qui servent à mesurer le temps, les longueurs et les forces soient les mêmes en électricité et dans le reste de la Physique. Cette unification, qui est le but du beau travail des physiciens de l'Association britannique, n'a pas été atteinte, puisque, depuis 1863, les physiciens ne se sont pas mis d'accord pour adopter la dyne. Peut-être arriverait-on plus aisément au but en proposant aux électriciens de prendre pour unités fondamentales la seconde, le mètre et le poids du gramme, c'est-à-dire les unités aujourd'hui si répandues de notre système métrique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Lois du dégagement de l'électricité par pression, dans la tourmaline.* Note de MM. **Jacques** et **Pierre Curie** (¹), présentée par M. Friedel.

« Nous allons d'abord énoncer les lois qui résultent de nos expériences sur le dégagement par pression de l'électricité dans la tourmaline. Nous exposerons ensuite, avec la rapidité qu'exige la brièveté de cette Note, nos procédés d'expériences et les limites entre lesquelles nous avons vérifié ces lois.

» I. *Les deux extrémités d'une tourmaline dégagent des quantités d'électricité de signes contraires égales entre elles.*

(¹) *Comptes rendus*, numéros des 2 et 16 août 1880.

» II. *La quantité mise en liberté par une certaine augmentation de pression est de signe contraire et égale à celle produite par une égale diminution de pression.*

» III. *Cette quantité est proportionnelle à la variation de pression.*

» IV. *Elle est indépendante de la longueur de la tourmaline.*

» V. *Pour une même variation de pression par unité de surface, elle est proportionnelle à la surface.*

» Le résultat direct des expériences d'où l'on déduit les lois IV et V peut s'énoncer d'une façon simple : *Pour une même variation de pression la quantité d'électricité qui se dégage est indépendante des dimensions de la tourmaline.*

» Les tourmalines que l'on voulait étudier avaient la forme de prismes parallèles à l'axe principal. Les deux bases étaient recouvertes de deux feuilles d'étain, protégées extérieurement par deux plaques de verre très épaisses, entre lesquelles on comprimait le cristal à l'aide d'un solide levier en bois. L'une des feuilles d'étain étant en communication avec le sol, l'autre était reliée à l'aiguille d'un électromètre Thomson-Mascart. La déviation obtenue à la suite d'une variation de pression était proportionnelle à la quantité d'électricité dégagée, la capacité de la feuille d'étain, dans les conditions qui viennent d'être décrites, étant toujours négligeable devant la capacité de l'électromètre.

» Les tourmalines transparentes, incolores ou légèrement colorées en vert, jaune ou rose, sont, en général, parfaitement isolantes, et ce sont celles-là seulement qui ont servi aux expériences quantitatives. Quelle que soit leur coloration, ces tourmalines semblent être à peu près équivalentes au point de vue des phénomènes électriques; les différences, s'il y en a, sont certainement très petites; cependant il serait nécessaire de passer en revue un nombre considérable d'échantillons avant de pouvoir affirmer qu'il en est toujours ainsi.

» Les tourmalines plus ou moins opaques ou noires sont conductrices de l'électricité. Une tourmaline noire donnait une impulsion de l'aiguille de l'électromètre égale au cinquième environ de la déviation obtenue pour un même poids avec une tourmaline transparente; de plus, l'aiguille revenait rapidement au zéro.

» Les déviations dont il était nécessaire de vérifier l'égalité ou la proportionnalité n'étaient exactes, vu les causes d'erreur négligées, qu'à un vingtième de leur valeur. Nous n'avons pas jugé nécessaire d'essayer d'atteindre une approximation plus grande, car l'exactitude des lois énoncées

ressort des différences considérables entre les dimensions des tourmalines employées.

» Pour une même surface, les longueurs ont varié depuis $0^{mm},5$ jusqu'à 15^{mm}, donc dans la proportion de 1 à 30. Pour une même longueur, les surfaces ont varié depuis 2^{mmq} jusqu'à 1^{cq}, donc dans la proportion de 1 à 50. Étant donnée l'approximation des expériences et en supposant les lois énoncées comme étant des lois limites, on peut donc certifier, lorsqu'on double la longueur, que la différence avec la loi véritable est inférieure à un six-centième, et, lorsqu'on double la surface, qu'elle est inférieure à un millième.

» Une parcelle de 1^{mmc} dégage, pour une même pression, la même quantité d'électricité qu'un morceau volumineux de plusieurs centimètres cubes. Enfin, l'effet produit par l'addition d'un des premiers kilogrammes est sensiblement le même que celui produit par le centième kilogramme pour une surface de 1^{cq}.

» Dans un remarquable travail, Gaugain a montré la simplicité des phénomènes pyro-électriques de la tourmaline. Les lois qu'il a énoncées peuvent être placées en regard de celles qui font l'objet de cette Note. Il est facile de voir qu'elles peuvent être calquées l'une sur l'autre, si l'on se laisse guider par l'hypothèse que nous avons émise, et qui consiste à admettre que les phénomènes résultant des variations de pression ou ceux résultant des variations de température sont dus à une seule et même cause : la contraction ou la dilatation suivant l'axe de la tourmaline. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la baryte employée pour obtenir de l'arsenic, avec l'acide arsénieux et les sulfures d'arsenic.* Note de M. **Ch. Brame.** (Extrait.)

« En Chimie légale, pour réduire l'acide arsénieux, on emploie souvent soit le cyanure potassique, soit le noir de fumée, chauffé et additionné de potasse. Ces substances ont le grand désavantage de contenir des substances déliquescentes, qui, d'une part, s'opposent en partie à la réaction et, d'autre part, émettent de la vapeur d'eau, qui est en assez grande quantité pour briser, en se condensant, les tubes à essai chauffés au rouge.

» Depuis quarante ans, j'emploie la baryte, qui, bien qu'hydratée et réduite en poudre, ne présente pas ces inconvénients; la réaction que manifeste le mélange d'acide arsénieux en poudre et de baryte pulvérulente, chauffé au rouge, est instantanée et n'est accompagnée d'aucun dé-

gagement d'humidité. L'anneau formé a un aspect parfaitement métallique.

» Il se produit, comme je l'ai reconnu, d'une part de l'arsenic métallique, et, de l'autre, de l'arséniate de baryte, qui, dissous dans l'acide nitrique, précipite en rouge brique le nitrate d'argent.

» On obtient des résultats analogues, mais moins marqués, avec la chaux, la potasse et la soude.

» Les sulfures d'arsenic (réalgar et orpiment) donnent également de l'arsenic avec la baryte, mais moins facilement que lorsqu'on emploie l'acide arsénieux. Avec l'orpiment, il y a déflagration.

» En faisant agir le chlore sur les anneaux d'arsenic obtenus par l'appareil de Marsh modifié, on obtient, en partie, du perchlorure d'arsenic, qui, à l'air, par l'action de l'humidité, se transforme en acide chlorhydrique et en acide arsénique, précipitant le nitrate d'argent en rouge brique. »

CHIMIE. — *Action de l'acide carbonique sec sur la chaux vive.* Note de M. **F.-M. Raoult.**

« *Combustion vive de la chaux dans l'acide carbonique.* — Je place dans un petit ballon de verre de la chaux vive, en morceaux d'environ 1^{cc}, provenant de la décomposition du marbre blanc dans un four à gaz de Perrot. Je chauffe ce ballon sur un fourneau à gaz, jusqu'à la température où le verre commence à se ramollir. Alors j'éteins le feu, et, sans perdre de temps, je dirige dans le ballon un courant rapide d'acide carbonique sec et pur. La chaux, dans ces conditions, absorbe l'acide carbonique avec une énergie extraordinaire et, en peu d'instants, *elle devient incandescente.* Le phénomène est parfaitement visible, même en plein jour, mais il est plus remarquable dans une demi-obscurité. L'incandescence, avec 100^{gr} de chaux, peut durer environ un quart d'heure. Cette jolie expérience de Cours réussit également avec la chaux grasse du commerce, pourvu qu'elle ne renferme pas plus de 2 à 3 pour 100 de matières étrangères et qu'elle n'ait pas été cuite à une température trop élevée.

» *Formation d'un carbonate bibasique de chaux.* — Si, dans l'expérience précédente, on opère sur 56^{gr} de chaux pure, obtenue à une température peu supérieure à 900°, on trouve, après que l'incandescence a disparu, une augmentation de poids variant de 22^{gr} à 23^{gr}. Ce résultat s'est constamment produit dans des expériences conduites très diversement et où l'on a fait varier la durée de l'action, la température, la masse et l'état de la chaux.

Il faut conclure de là que la combustion vive de la chaux dans l'acide carbonique sec, à la pression atmosphérique, donne naissance à un carbonate bibasique, de la formule $\overline{CaO}^2, CO^2$.

» *Impossibilité pratique de produire le carbonate de chaux neutre par synthèse directe.* — Le carbonate de chaux bibasique, produit lors de la combustion vive de la chaux dans l'acide carbonique, peut absorber de nouvelles quantités de ce gaz, mais avec une grande lenteur et en proportion beaucoup moindre qu'on ne serait tenté de le supposer. C'est au rouge naissant, vers 550°, un peu au-dessous de la fusion de l'aluminium, que l'action se fait le moins difficilement. Or, à cette température et dans un courant lent d'acide carbonique sec et pur à la pression atmosphérique, la chaux et le carbonate bibasique de chaux exigent douze heures pour se transformer en un composé renfermant $3^{éq}$ d'acide carbonique pour $4^{éq}$ de chaux et correspondant à la formule $\overline{CaO}^4, 3CO^2$. Ce moment passé, l'absorption directe de l'acide carbonique devient infiniment plus lente et même problématique, car, après *une semaine entière* d'expérience, l'augmentation de poids est à peine de $\frac{1}{100}$. D'après cela, en admettant que l'absorption de l'acide carbonique puisse continuer de la sorte jusqu'à la production du carbonate neutre, il faudrait plus de cinq semaines pour arriver à ce résultat. Une expérience d'aussi longue durée m'a paru comporter trop de chances d'erreur pour être utilement entreprise. Du carbonate de chaux chimiquement pur, obtenu par précipitation, soumis au même traitement pendant le même temps, ne change pas de poids.

» On sait que M. Debray, à la suite de ses remarquables expériences sur la dissociation du carbonate de chaux, a conclu que « ce composé se détruit et se forme à la même température, dans une atmosphère d'acide carbonique, suivant que la tension de ce gaz est inférieure ou supérieure à la tension de dissociation qui correspond à cette température ». Mes expériences montrent que cette conclusion n'est applicable que dans les circonstances spéciales où l'éminent expérimentateur s'est placé, et qu'elle ne peut être généralisée.

» La chaux pure employée dans mes expériences provenait de la calcination du nitrate de chaux pur dans des vases de platine. Cette chaux était exposée à l'action de l'acide carbonique dans des nacelles de même métal, logées dans un tube de porcelaine, lequel était chauffé dans une grille à analyse organique à gaz, munie d'un régulateur de pression. L'acide carbonique, produit dans un appareil continu, traversait, avant de se rendre

dans le tube de porcelaine, deux tubes très longs, dont le premier était rempli de chlorure de calcium et le second de chaux vive. Les bouchons étaient en caoutchouc désulfuré. On déterminait la quantité d'acide carbonique absorbé en pesant les nacelles et en analysant les produits.

» *Influence d'une forte calcination sur les propriétés chimiques de la chaux.* — La chaux, qui a une fois subi l'action d'une température supérieure à 1100°, n'agit sur l'acide carbonique sec qu'avec une lenteur beaucoup plus grande. L'expérience suivante le prouve. Deux échantillons de chaux pure, de même poids, provenant de la décomposition de l'hydrate au rouge sombre, sont chauffés simultanément au rouge naissant dans un tube de porcelaine traversé par un courant lent d'acide carbonique sec, comme il est dit ci-dessus. La seule différence qui existe entre eux, c'est que l'un d'eux a subi pendant une heure la température du rouge blanc, environ 1400°, dans un creuset de platine. *Au bout de huit jours* d'une action non interrompue, ces deux échantillons ont absorbé des poids d'acide carbonique très différents et dont l'un est presque la moitié de l'autre. En effet, l'échantillon non calciné a absorbé $\frac{3}{4}$ d'équivalent d'acide carbonique et formé le composé $\overline{CaO}^{4}, 3CO^2$, tandis que celui qui a subi la température du rouge blanc n'a absorbé que $\frac{2}{5}$ d'équivalent du même gaz et produit un corps correspondant sensiblement à la formule $\overline{CaO}^{5}, 2CO^2$. La différence d'action n'est pas due à une perméabilité moins grande de la chaux fortement calcinée, car elle se manifeste au même degré lorsque cette chaux a été réduite en poudre très fine. La chaux pure qui a subi la température du rouge blanc diffère donc, par ses propriétés chimiques, de celle qui n'a été exposée qu'au rouge sombre; elle se comporte comme si ses molécules étaient condensées et, en quelque sorte, polymérisées. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les déperditions de composés nitreux, dans la fabrication de l'acide sulfurique, et sur un moyen de les atténuer.* Note de MM. **Lasne** et **Benker**.

« Dans la marche ordinaire des appareils à acide sulfurique, munis de tours de Gay-Lussac, il se perd une certaine quantité de composés nitreux, ce qui nécessite une dépense correspondante d'azotate de soude ou d'acide azotique. Après avoir étudié la cause de ces déperditions, nous avons réussi à les atténuer et à les réduire au tiers de ce qu'elles sont dans les usines les mieux conduites.

» La seule perte réellement importante est celle qui se produit par suite de la teneur en acide hypoazotique des gaz qui ont traversé la tour de Gay-Lussac et s'échappent dans l'atmosphère.

» Les gaz qui sortent des chambres de plomb doivent contenir au moins 5 pour 100 d'oxygène en excès, ce qui est nécessaire pour que l'oxydation de l'acide sulfureux soit complète. On est conduit à admettre que, en présence de cette quantité d'oxygène libre, les composés nitreux sont à l'état d'acide hypoazotique. D'autre part, il est reconnu que l'acide sulfurique, chargé de produits nitreux par son parcours au travers des tours, contient exclusivement de l'acide azoteux : nous avons vérifié ce fait, par des expériences répétées dans les circonstances les plus variées que permette la marche des appareils.

» Il y a là une contradiction apparente qui nous a frappé et dont nous avons recherché l'explication. L'acide hypoazotique se dissout dans l'acide sulfurique à 62° B. et peut, dans certaines circonstances, se combiner avec lui. Mais ces combinaisons sont peu stables, et leur tension de dissociation est déjà très grande à la température ordinaire, à tel point que le passage d'un courant d'air ou d'acide carbonique sec dégage intégralement l'acide hypoazotique, sans qu'il ait subi aucune altération. Une légère élévation de température accélère encore ce dégagement. Dans le mélange gazeux qui arrive aux tours, l'acide hypoazotique n'occupe que 3 millièmes environ du volume total : sa tension est donc très faible, et l'on conçoit que l'acide sulfurique ne puisse pas le retenir en quantité importante. Aussi n'en rencontre-t-on pas de traces sensibles dans l'acide qui s'écoule de l'appareil.

» L'acide azoteux se comporte tout différemment ; il donne avec l'acide sulfurique une combinaison définie et très stable, que ne détruit pas l'action d'une chaleur modérée, ni même le passage de l'acide sulfureux : ce n'est qu'en l'étendant d'eau qu'on décompose cette combinaison nitrososulfurique, connue sous le nom de *cristaux des chambres de plomb*. L'acide azoteux, une fois combiné à l'acide sulfurique, est donc fixé; mais il reste à expliquer comment se forme l'acide azoteux dans les tours. Diverses observations pratiques nous ont mis sur la voie. Nous avons remarqué que le titre en acide nitreux de l'acide sulfurique qui s'écoule des tours est d'autant plus faible que la marche des chambres est plus nitreuse, fait qui paraît anormal. La déperdition de produits nitreux diminue en même temps que l'intensité de la coloration des gaz qui entrent dans la tour. Examinant alors ces gaz avec le plus grand soin, nous y avons toujours

constaté la présence d'une quantité très faible, mais variable, d'acide sulfureux, dont la coexistence avec l'acide hypoazotique ne peut être due qu'à l'imperfection du mélange. Tels sont les faits qui nous ont fourni l'explication cherchée.

» Les gaz en cet endroit sont presque secs, mais non pas d'une façon absolüe. L'acide sulfureux, rencontrant l'acide hypoazotique, le réduit; mais cette réduction s'arrête à l'acide azoteux, parce que, aussitôt qu'il est formé, ce produit s'unit à l'acide sulfurique engendré en même temps, pour donner le composé nitrososulfurique stable. La réaction se passe entre $2^{éq}$ de chacun des deux corps. $1^{éq}$ d'acide azoteux est définitivement retenu; l'autre se dégage, pour s'oxyder à nouveau et recommencer un peu plus loin les mêmes réactions. L'acide sulfurique qui baigne le coke contenu dans la tour a surtout pour effet de recueillir l'acide nitrososulfurique formé dans les gaz, de le dissoudre et de l'amener au bas de la tour. Il n'agit chimiquement que dans le cas exceptionnel où il rencontre de l'acide azoteux tout formé. La dissolution nitrososulfurique étant inaltérable, les produits nitreux sont désormais à l'abri de toute atteinte. Nous avons indiqué qu'il reste dans le mélange gazeux une très faible quantité de vapeur d'eau : cette condition est nécessaire, l'acide sulfureux et l'acide hypoazotique complètement secs ne réagissant pas entre eux, le composé nitrososulfurique contenant de l'eau combinée. Au contraire, une proportion d'eau un peu plus forte détruirait la combinaison.

» Si la récupération des produits nitreux est plus complète quand les gaz sont à peine jaunâtres, cela tient donc à ce qu'alors ils contiennent une proportion d'acide sulfureux plus voisine de ce qu'elle doit être. Mais cet état est impossible à maintenir dans la pratique, la moindre influence le modifiant, pour le rendre nitreux ou sulfureux, et causant des pertes dans les deux cas. On est conduit à marcher avec excès de produits nitreux, quitte à perdre la quantité d'acide hypoazotique qui n'a pas rencontré d'acide sulfureux pour se combiner avec lui. Il est donc permis de dire que le poids de produits nitreux retenu est proportionnel à la quantité d'acide sulfureux coexistant dans les gaz à leur entrée dans les condensateurs de Gay-Lussac.

» S'il en est ainsi, il suffit de rétablir la juste proportion par une injection directe d'acide sulfureux, à un état hygrométrique convenable, au pied de la tour, pour que les réactions soient complètes. Les gaz s'appauvriront simultanément d'acide sulfureux et d'acide hypoazotique, par suite de la perfection de plus en plus grande du mélange et des contacts répétés

avec l'acide à 62°, et, si les proportions ont été bien réglées, ils ne contiendront plus à leur sortie que des traces absolument insignifiantes de l'un ou de l'autre de ces deux corps. Telles sont les conditions que nous avons réalisées, et l'expérience est venue pleinement confirmer nos prévisions. Nous sommes arrivés ainsi à réduire la dépense de nitrate au tiers de ce qu'elle était antérieurement.

» Le but que nous poursuivions était donc atteint; mais nous avons reconnu bientôt que l'emploi de ce procédé donnait lieu à d'autres avantages de grande importance. On ne s'expose plus, en effet, à des pertes considérables auxquelles on s'expose en marchant avec excès de vapeurs nitreuses, puisqu'on est à même de rétablir l'équilibre dans la composition des gaz au moment voulu. Il en résulte qu'on peut précipiter les réactions, obtenir le plus haut rendement possible en acide sulfurique, et enfin augmenter le poids de pyrite brûlée par un appareil d'un cube déterminé. C'est ainsi qu'à la manufacture de Javel, où ont été faits ces essais, on arrive à brûler $2^{kg},400$ de pyrite par mètre cube de chambre, sans nuire au rendement de l'acide sulfurique et sans augmenter la dépense de nitrate. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la résistance à la flexion du verre trempé.* Note de M. DE LA BASTIE. (Extrait.)

« L'Académie a bien voulu accueillir les premiers résultats de mes recherches sur le verre trempé. La résistance au choc du verre modifié par la trempe avait paru remarquable. Aujourd'hui que le verre trempé est entré définitivement dans le domaine de l'application, il est devenu plus facile d'apprécier exactement, sur des échantillons nombreux et homogènes, ses principales propriétés. J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie le résultat d'essais qui ont été récemment faits au laboratoire d'épreuves de M. Thomasset, dans le but de comparer la résistance à la flexion des verres et glaces ordinaires avec celle des verres et glaces trempés. Une première série, de trente-six essais comparatifs, a montré que :

» 1° L'élasticité est plus que doublée dans le verre trempé.

» 2° Le verre simple trempé a une résistance environ 2,5 fois plus grande que le verre double ordinaire.

» 3° Le verre demi-double trempé est environ 3,10 fois plus résistant que le verre double ordinaire.

» Une autre série, de quarante-trois essais, montre que :

» 1° Tandis que les flèches prises par les glaces ordinaires sont si faibles

qu'elles n'ont pu être relevées, les glaces trempées s'infléchissaient sous les charges;

» 2° Les glaces polies trempées, ayant des épaisseurs variant de $0^m,006$ à $0^m,013$, présentaient une résistance de 3,67 fois plus grande que celle des glaces ordinaires d'épaisseurs sensiblement égales;

» 3° Les glaces brutes trempées avaient une résistance environ 5,33 fois plus grande que celle des glaces brutes ordinaires (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le cholestène (cholestérilène)*. Note de M. **W.-E. Walitzky**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai obtenu l'hydrocarbure $C^{26}H^{42}$ par l'action prolongée du sodium sur la cholestérine fondue entre 150° et 155° (l'action va plus vite entre 155° et 200° et plus lentement entre 145° et 150°). Il se forme une écume jusqu'à la fin de la réaction. Quand celle-ci est terminée et que la substance refroidie ne présente aucune trace de cristallisation, je la dissous dans l'éther et je verse la solution dans l'eau, les morceaux de soude et de sodium restant dans le ballon. Je change l'eau plusieurs fois en agitant le liquide jusqu'à ce qu'il ne présente plus une réaction alcaline; ensuite je sépare la couche supérieure contenant la substance et j'ajoute de l'alcool, qui précipite une résine. Cette résine, après le lavage par l'alcool, se transforme en une poudre.

» Je verse cette poudre dans l'eau chaude et ensuite dans l'alcool bouillant, que je change quelquefois en chauffant au bain-marie. Enfin je dissous la substance refroidie dans l'éther, je filtre la solution, j'ajoute de l'eau, et j'agite le liquide de temps en temps; enfin, après l'évaporation de l'éther, je lave la poudre par l'eau, que je sépare par filtration.

» L'analyse du produit ainsi préparé a donné les résultats suivants :

	$C^{26}H^{42}$.	Trouvé.
C......................	88,13	87,39
H......................	11,87	12,12

» Cet hydrocarbure est une poudre amorphe, blanche, à peine jaunâtre, presque insoluble dans l'alcool, parfaitement soluble dans l'éther, d'où il se précipite par l'alcool. Il ressemble par ses propriétés physiques et chi-

(¹) Cette Note est accompagnée de Tableaux numériques, qui seront publiés prochainement dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

miques à la *c-cholestériline* $C^{26}H^{42}$ de Zwenger, obtenue par l'action d'acide sulfurique sur la cholestérine, et au *cholestène*, que j'ai obtenu par l'action d'acide iodhydrique concentré (densité 1,5) sur la cholestérine.

» Tous trois sont amorphes, presque insolubles dans l'alcool, parfaitement solubles dans l'éther, d'où ils se précipitent par l'alcool; tous trois se ramollissent à 68° et se transforment à 100° en une résine épaisse peu mobile; tous trois donnent avec du brome en excès, en même temps qu'il s'élimine des vapeurs d'acide bromhydrique, un bromure presque insoluble dans l'éther et dans l'alcool, qui se charbonne sans fusion.

» Par la proportion de brome, ce bromure répond à la formule $C^{26}H^{34}Br^{8}$.

	Brome trouvé pour 100 dans le bromure de l'hydrocarbure préparé par l'action		
	de Na.	de H^2SO^4.	de HI.
I..................	64,69	63,82	64,31
II..................	64,88	»	»

» La théorie exige 64,90.

» La cholestérine, chauffée avec du chlorure de zinc ou avec de la chaux sodée à 250° (Gerhardt, *Traité de Chimie organique*), avec la chaux potassée, semble former le même hydrocarbure (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. **Newbury**, présentée par M. Wurtz.

« Dans le *Wiener Monatsheft für Chemie* de novembre 1880, M. Lieben décrit des expériences faites avec l'aldéhyde crotonique, préparée par lui au moyen de l'action d'une solution d'acétate de soude sur l'aldéhyde à 100°. Occupé depuis quelques mois de l'étude de certains dérivés de l'aldéhyde crotonique, j'ai été amené à faire une comparaison de cette méthode avec celle qui a été découverte par M. Wurtz (*Comptes rendus*, 1874, p. 1361), par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde ou paraldéhyde, et distillation ultérieure de l'aldol formé.

» La préparation de l'aldéhyde crotonique par cette méthode n'offre point de difficulté; on obtient un rendement relativement considérable, de 10 à 12 pour 100 de la quantité d'aldéhyde employée, si l'on observe les précautions suivantes.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

» Pour la préparation de l'aldol, d'après les indications données par M. Wurtz, on ajoute 2 parties d'acide chlorhydrique et 1 partie d'eau à 1 partie d'aldéhyde ou paraldéhyde; on maintient le mélange quatre à cinq jours près de l'étuve, à 25° environ. Si l'on se sert de l'aldéhyde, il sera nécessaire de maintenir la solution à zéro pendant qu'on ajoute l'acide, l'aldéhyde se transformant bientôt en paraldéhyde. Le mélange devient après peu de temps brun foncé, parce qu'une partie de l'aldol qui se forme est condensée davantage et forme des produits de condensation résineuse quand même une grande quantité de paraldéhyde n'est pas changée.

» Le moment précis où la solution contient la plus grande quantité d'aldol est difficile à déterminer, mais on peut apprécier les progrès de l'action de l'acide, en neutralisant de temps en temps une petite partie de la liqueur avec du carbonate de soude, et observant la quantité de résine qui se sépare. On obtient le meilleur rendement en aldol quand la résine forme une couche épaisse et huileuse, mais non cristalline : c'est ce qui arrive au bout de quatre jours environ. On neutralise alors toute la solution avec du carbonate de soude, et, après quelques heures de repos, on filtre pour séparer le précipité de dialdane, etc.; on l'agite ensuite à plusieurs reprises avec de l'éther. Après l'évaporation de l'éther au bain-marie, il reste dans la cornue une liqueur huileuse, plus ou moins colorée, qui est formée de paraldéhyde, d'aldol et de produits de condensation. On peut séparer l'aldol de cette liqueur par la distillation dans le vide. La partie qui passe entre 85° et 120°, sous une pression de $0^m,2$ de mercure, est assez pure pour la préparation de l'aldéhyde crotonique.

» L'aldol pur bout vers 90°, sous la pression indiquée; mais la présence d'une quantité considérable d'impuretés n'empêche point l'opération subséquente. 1^{kg} de paraldéhyde doit produire 500^{gr} d'aldol impur, bouillant entre les températures indiquées, si l'action de l'acide a été arrêtée au point convenable.

» Lorsqu'on échauffe l'aldol jusqu'à 140° ou 150°, il abandonne 1^{mol} d'eau et se transforme en aldéhyde crotonique. On produit la décomposition en chauffant 2 parties d'aldol et 1 partie d'eau, sous pression pendant une heure, à 150°, ou mieux en chauffant l'aldol dans une cornue placée dans un bain d'huile. On relève le col de la cornue sous un angle de 45°, et on la met en communication avec un réfrigérant descendant. A 140° l'aldol commence à se décomposer, et si l'on maintient la température à 150° environ, il passe régulièrement de l'aldéhyde crotonique et de l'eau jusqu'à ce que l'opération soit achevée. On sépare l'aldéhyde crotonique

de l'eau au moyen d'un entonnoir à robinet, on la dessèche avec du chlorure de calcium et on la purifie par la distillation. Une nouvelle quantité peut être obtenue de l'eau par l'addition de carbonate de potassium sec, ou par quelques distillations successives, l'aldéhyde crotonique passant toujours avec la première portion de l'eau. Lorsqu'elle est bien desséchée, elle bout à 103°-104°.

» Par ce procédé, j'ai obtenu, avec 1^{kg} de paraldéhyde, de 100^{gr} à 125^{gr} d'aldéhyde crotonique. L'examen de quelques-uns de ses dérivés fera le sujet d'une autre Communication ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Mus Pilorides, *ou Rat musqué des Antilles, considéré comme le type d'un sous-genre nouveau dans le genre* Hesperomys. Note de M. **E.-L. Trouëssart**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Le *Piloris*, ou grand Rat des Antilles, désigné par Desmarest sous le nom de *Mus Pilorides*, a été peu étudié par les naturalistes, et ses caractères ostéologiques sont si mal connus, qu'on ne sait dans quel genre il doit prendre place; c'est ce qui m'a décidé à examiner attentivement cette espèce, dont plusieurs exemplaires existent dans les galeries du Muséum d'Histoire naturelle.

» Le *Piloris*, comme tous les autres Rats américains, appartient au genre *Hesperomys*. L'examen de ses dents molaires ne laisse aucun doute à ce sujet.

» Ces dents, dans le jeune âge, présentent *deux* rangées de tubercules (au lieu de *trois* que l'on trouve dans le genre *Mus* et la plupart des Muridés de l'ancien continent). Les replis d'émail de la couronne, que ces tubercules laissent à nu en s'usant avec l'âge, ne sont pas opposés comme dans le genre *Mus* et ne figurent pas des *lames* transversales sous forme d'îlots elliptiques bien séparés. Au contraire, le ruban d'émail se continue sans interruption d'un bout à l'autre de la dent, en formant une ligne sinueuse dont les plis rentrants alternent de chaque côté sans se toucher. Cette disposition est caractéristique du genre *Hesperomys*; elle rappelle une forme de dents que l'on connaît chez les Campagnols (*Arvicolinæ*), et l'on a dit depuis longtemps que les Rats d'Amérique étaient des *Rats à dents de Campagnol*.

» Outre les sous-genres proposés dès 1837 par Waterhouse dans son genre *Hesperomys*, M. le professeur Peters, de Berlin, a créé récemment

---

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

deux petits groupes, sous les noms de *Nectomys* ([1]) et de *Tylomys* ([2]), pour y ranger quelques espèces d'assez grande taille qui sont propres au continent de l'Amérique centrale et méridionale.

» Dans le sous-genre *Tylomys* [ou *Neomys* de Gray ([3])], les trois molaires de chaque mâchoire sont sensiblement égales entre elles.

» Dans le sous-genre *Nectomys*, la première molaire est manifestement la plus longue, mais les deux suivantes sont presque égales, à la mâchoire inférieure; tandis qu'à la mâchoire supérieure la troisième est beaucoup plus courte que la seconde. En outre, les trois doigts médians du membre postérieur sont palmés jusqu'à la seconde phalange, ce qui indique des habitudes aquatiques.

» Dans le *Piloris*, qui se rapproche surtout de ce dernier type, les dents *décroissent régulièrement de volume*, de la première à la dernière, *aux deux mâchoires*. Sous ce rapport, le *Mus Pilorides* se rapproche davantage des *Hesperomys* typiques; mais cette décroissance est loin d'être aussi exagérée que chez ceux-ci. *La première molaire, dans chaque mâchoire*, avant d'être usée, *porte six tubercules, la deuxième quatre, et la troisième, qui est très rétrécie en arrière, trois seulement, avec un très petit rudiment d'un quatrième tubercule*. Il n'y a pas trace de membrane interdigitale, et les habitudes sont exclusivement terrestres.

» En face de ces différences, il nous a été impossible de ranger le *Piloris* dans aucune des sections du genre *Hesperomys*. Nous sommes d'avis qu'il doit former un sous-genre à part, pour lequel nous proposons le nom de *Megalomys*, qui rappelle que son type est, de beaucoup, le plus grand des Rats américains.

» M. Lund a trouvé, dans les cavernes du Brésil, les débris fossiles de deux très grandes espèces de Rats (*Mus principalis* et *Mus robustus*), présentant les caractères du genre *Hesperomys*, et qu'il serait très intéressant de pouvoir comparer à l'*Hesperomys Pilorides* des Antilles. »

([1]) *Abhandlungen Akad. Berlin*, 1860, p. 148-152, *Pl. I* et *II*, *fig.* 3.
([2]) *Monatsberichte Akad. Berlin*, 1866, p. 404, *Pl. I* (figure du crâne et des dents).
([3]) *Ann. nat. Histor.*, 1873, t. XII, p. 416, 417 (figure du crâne).

ZOOLOGIE. — *Formation du blastoderme chez les Aranéides.* Note de M. A. Sabatier, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Le mode de formation du blastoderme chez les Aranéides n'a donné lieu qu'à un petit nombre de publications dont les données et les conclusions sont contradictoires. Ce phénomène présente deux phases distinctes: la première aboutit à transformer l'œuf en un œuf méroblastique à cicatricules multiples; la seconde comprend la segmentation discoïdale de chacune de ces cicatricules, de manière à constituer une couche simple et continue de cellules blastodermiques.

» L'œuf, étudié deux ou trois heures après la ponte, se compose d'un réseau de protoplasme granuleux dans les mailles duquel sont comprises les sphères de deutoplasme. La surface de l'œuf est recouverte d'une couche continue de ce protoplasme, couche que Ludwig a niée à tort et qu'il a confondue avec le chorion recouvert de grains saillants. Cette couche se divise fort nettement en champs germinatifs, ainsi que l'a le premier décrit Balbiani, et malgré l'assertion contraire de Ludwig et de Barrois. J'ai pu saisir le mode de formation de cette division et lui reconnaître une signification autre que celle que lui attribue Balbiani. Elle est due au transport du protoplasme de l'intérieur à la surface de l'œuf. Du protoplasme hyalin vient sourdre dans l'intervalle des sphères vitellines de la surface et divise la couche granuleuse. Ce phénomène n'a pas une influence spéciale sur la formation des cellules blastodermiques. Il est le résultat d'une tendance centrifuge du protoplasme, qui domine les premières phases du développement chez les Aranéides.

» Quelques heures après cette division apparaissent, à la surface de l'œuf, d'abord de grandes taches diffuses, profondes, et bientôt après des figures sombres étoilées décrites par Balbiani, et entourées des rosettes brillantes de Ludwig. Les étoiles sombres sont de véritables disques saillants de protoplasme granuleux ayant un gros noyau clair à leur centre. Les coupes pratiquées à ce moment montrent que des disques partent des traînées ou cloisons de même nature, qui séparent et englobent les sphères vitellines voisines.

» Je n'ai jamais constaté sur les œufs, pris avant la formation des rosettes de la face, l'existence des cylindres de deutoplasme ou *deutoplasma säulen* de Ludwig dans l'intérieur même de l'œuf, et je ne pense pas que l'on

puisse adopter les vues de cet auteur sur le mode de segmentation de l'œuf par le dédoublement successif de rosettes centrales. Ce qu'il y a de vrai, c'est que le protoplasme groupé autour des noyaux se porte de l'intérieur de l'œuf vers la surface, attirant de plus en plus à lui le protoplasme des cloisons et produisant d'abord des taches diffuses qui se résolvent en rosettes sombres superficielles.

» Il ressort de l'examen des coupes : 1° que le protoplasme granuleux, d'abord répandu assez uniformément entre les sphères de deutoplasme sous forme d'un réseau, se porte de plus en plus vers la périphérie de l'œuf, tout en se concentrant autour d'un petit nombre de noyaux; 2° que les masses de protoplasme apparaissent à la surface sous forme de lentilles ou disques sombres, d'où partent des rayons de la même substance qui séparent et enveloppent sous forme de cloisons les sphères vitellines environnantes. Ces dernières doivent à l'épaisseur des cloisons sombres interposées, et très probablement aussi à la contraction centripète de ces cloisons, l'aspect très accentué de leurs contours et l'allongement de leur axe vers le centre du disque sombre, conditions qui produisent le phénomène des rosettes brillantes de Ludwig. Mais ces rosettes ne peuvent exister qu'à la surface de l'œuf et alors que les masses sombres et les cloisons ont acquis une concentration suffisante. Les rosettes centrales, ou grandes rosettes de Ludwig, sont des phénomènes purement imaginaires, admis (plutôt qu'observés) par suite d'une analogie illégitime entre les phénomènes vus à la surface de l'œuf et ceux qui sont supposés avoir lieu dans sa profondeur.

» En somme, le protoplasme, chez les Aranéides, se porte du centre à la périphérie, où il apparaît sous forme de disques ou *cônes d'éjection*, entourés des sphères de la rosette que l'on peut comparer à des *cônes de soulèvement*. Il y a *éruption* à travers une *cheminée* qui se subdivise vers le centre de l'œuf. Par là l'œuf est transformé en œuf méroblastique à cicatricules multiples. C'est la fin de la première phase.

» Pendant la seconde phase se produit la segmentation méroblastique régulière des cicatricules. Les noyaux se divisent, et avec eux les étoiles sombres et les rosettes de Ludwig. Ainsi se produit une seconde génération d'étoiles et de rosettes. Au fur et à mesure, les granulations et le protoplasme des champs germinatifs sont attirés par les disques sombres, qui finissent par les absorber entièrement. A la troisième génération, les rosettes brillantes cessent d'être visibles, ce qui résulte de la disparition des cloisons épaisses de protoplasme et de leur absorption dans les disques sombres.

» Le protoplasme de la surface continue à se segmenter et finit par former une couche simple de cellules polygonales aplaties. C'est là le blastoderme qui recouvre toute la surface de l'œuf.

» Dans aucune des espèces que j'ai étudiées, je n'ai trouvé la cavité centrale ou blastocèle, pas plus que l'orientation radiaire des masses vitellines, telles que les a décrites et dessinées Ludwig.

» Il résulte de ces observations que l'œuf d'Araignée présente un type intermédiaire entre les œufs à segmentation superficielle générale des Crustacés, comme le Penéus, et les œufs à segmentation discoïdale régulière, comme ceux de certains Poissons, c'est-à-dire qu'il a une blastulation intermédiaire entre la périblastulation et la discoblastulation. Il se rapproche beaucoup des œufs des Chélifères (Metschnikoff), des Tétranyques (Claparède) et des Insectes (Bobretzky). Ainsi se manifeste hautement, dès le début, l'affinité des Aranéides avec d'autres groupes d'Arachnides et avec les Insectes.

» Nos observations ont porté sur les œufs de *Pholcus opilionides, Epeira diadema, Epeira fasciata, Agelena labyrinthica, Latrodectus malmignatha,* et quelques petites espèces indéterminées. »

CHIRURGIE. — *Résection de deux mètres d'intestin grêle, suivie de guérison.* Note de M. E. Koeberlé, présentée par M. Larrey.

« La résection de l'intestin est une opération de date assez récente, qui n'a guère été pratiquée, jusqu'à présent, que pour des cas de cancer ou de gangrène de l'intestin, dans une étendue relativement restreinte.

» J'ai fait une opération de ce genre dans les conditions suivantes :

» Mlle K..., âgée de vingt-deux ans, sujette, depuis deux à trois ans, à des crises de coliques, a été prise, au mois d'octobre 1880, d'accidents d'étranglement interne, à deux reprises différentes. Ces accidents se calmèrent, mais il y eut ensuite des coliques continues, d'une extrême violence. Le 27 novembre, je fis la gastrotomie sur la ligne blanche. L'intestin grêle, très distendu, était rétréci en quatre points. Je fis la résection de cet intestin sur une longueur de $2^m,05$, après avoir lié les vaisseaux du mésentère. Les deux bouts de l'intestin furent fixés dans la plaie, où l'on maintint également les ligatures du mésentère. Le troisième jour après l'opération, je pratiquai l'entérotomie, pour faire communiquer entre eux les deux ori-

fices de l'intestin. Les selles ne tardèrent pas à se rétablir d'une manière normale, et, six semaines après l'opération, la plaie était cicatrisée. L'opération a duré trois heures, sous l'influence de l'anesthésie chloroformique, sans recourir aux procédés antiseptiques de Lister. Les suites ont été des plus simples, sans aucun trouble digestif appréciable. L'opérée est devenue très bien portante et ne ressent plus aucun malaise.

» *Conclusions.* — La résection de l'intestin grêle peut être faite dans une étendue considérable, sans troubler les fonctions digestives d'une manière appréciable.

» Pratiquée dans des conditions convenables, la résection de l'intestin peut être considérée comme une opération parfaitement admissible. »

M. Larrey ajoute que M. Koeberlé s'occupe de publier un travail assez étendu sur ce sujet, comprenant tous les détails de l'observation.

ÉCONOMIE RURALE. — *Les vignes sauvages de Californie.* Note de M. F. de Savignon, présentée par M. Hervé Mangon.

« Toutes les variétés de vignes sauvages originaires de Californie ont été, jusqu'à ce jour, comprises sous la dénomination commune de *Vitis Californica.* La variété typique est la seule qui ait été déterminée (Bentham). Il en existe cependant quatre autres, présentant entre elles et la *Vitis Californica* des dissemblances qui en font des variétés distinctes. Mélangées parfois, elles ont pourtant conservé des caractères bien tranchés, qui ne permettent pas de les confondre. Nous les avons examinées sur place, dans le comté de Lake, à la fin de mai 1880 (année tardive). Nos observations, résumées plus bas, se rapportent aux pieds marqués comme types de chaque variété.

» Les caractères suivants sont fixes et communs aux cinq variétés : végétation d'une grande vigueur (les plantes montent dans des arbres de 10^{m} à 20^{m} de hauteur et les garnissent complètement); fructification très abondante (255^{lit} par pied); vin très coloré, riche en tannin et en tartre; cinq nervures aux feuilles, l'une médiane, les autres latérales et opposées.

« 1. *Vitis Californica.* — Diamètre de la racine à 1^{m} au-dessous du collet, $0^{m},03$. Longueur des mérithalles, de $0^{m},10$ à $0^{m},15$. Diamètre du chevelu à sa naissance, de $0^{m},001$

à 0^m,004. Chevelu très dur. Racine principale plus claire que le tronc. Diamètre du tronc à 1^m au-dessus de terre, 0^m,005. Diamètre minimum du bois d'un an, 0^m, 003, écorce comprise. Première écorce (épiderme et zone subéreuse), brun vif, se pèle facilement. Deuxième écorce (mésoderme, couche herbacée et liber), plus claire que la première. Épaisseur de l'écorce à 0^m, 30 de terre, 0^m,025, d'autant plus claire que le bois est plus jeune, gris rose sur les dernières pousses de 1879. Bois très dur, souple, brun clair. Nouvelle pousse jaune pâle, verdit lors de la maturation du fruit. Première feuille carrée, à angles arrondis, nombre moyen des dentelures, 34. La quatrième feuille s'allonge, les dentelures (40) se creusent. Septième feuille : même contour que celle du mûrier (23 dentelures). Nervures vertes, plus pâles que la feuille. Feuille pubescente dans le jeune âge, duvet caduc. Vrille forte, fourchue, lie de vin claire jusqu'au milieu ; râpe de même couleur. Pédoncule de la grappe fort. Grappe unique. Fruits serrés, noirs, à peau forte, de finesse moyenne. Pepins jaune foncé. Saveur particulière, ni acide, ni sucrée. Maturation, fin de septembre et premiers jours d'octobre.

» 2. *Vitis.* — Racines contournées, fortes, dures, souples, s'écaillant par places. Chevelu abondant, de 0^m,001 à 0^m,008 de diamètre. Diamètre du pied à sa sortie du sol, 0^m, 05. Diamètre minimum du bois d'un an, 0^m, 0065. Écorce du tronc à 0^m,30 au-dessus du sol, brun orangé, plus claire que chez le n° 1. Première écorce peu adhérente. Deuxième écorce, fine, bien lisse. Écorce des sarments, brun orangé, plus claire que celle du tronc. Bois dur et vert. Moelle peu abondante, brun clair. Feuilles plus grandes que celles du n° 1 : première feuille, moins carrée, formant plutôt un hexagone (34 dentelures) ; quatrième feuille et huitième feuille se rapprochant des variétés françaises par leur forme. Angles des dentelures nettement marqués, d'autant plus aigus que la feuille est plus près du bourgeon terminal. Feuilles pubescentes dans le jeune âge, duvet caduc. Jeunes pousses vert clair à la partie inférieure ; violet lie de vin en dessus, elles jaunissent lors de la maturation du fruit. Vrilles très fortes, violet rougeâtre à la base, orangées à l'extrémité. Râpe de même couleur que les vrilles. Grappe volumineuse, ailée, ailes bien détachées. Fruits, abondants, gros, serrés, noir bleuâtre, donnent un vin grenat tirant au bleu, très colorant. Maturation, fin de septembre et commencement d'octobre.

» N° 3. *Vitis.* — Racine flexueuse, formant des sinuosités contournées, très souple, à écorce fine et très dure. Radicelles clair-semées, très dures. Diamètre du pied à sa sortie du sol, 0^m,08. Diamètre minimum du bois d'un an, 0^m,003. Première écorce peu adhérente, gris lie de vin dès l'âge de deux ans. Deuxième écorce, brun clair tirant sur le rose orangé et blanc jaunâtre à l'intérieur ; prise à 0^m, 30 au-dessus du sol, elle est fine, serrée, propre, claire, très dure. Épaisseur, 0^m,001 sur une branche de 0^m,02 de diamètre. Bourgeon de l'année, vert tendre, passe au marron à l'époque de la maturation du fruit. Feuille glabre, fine, dure. Première feuille sensiblement ovale (30 dentelures) ; quatrième feuille, même forme, plus allongée, plus pointue, échancrures bien dessinées (40 dentelures). Vrilles grêles, violet orangé. Fruits gros, noirs, à reflets verts, disposés par groupes sphériques ; ils donnent un vin parfumé, un peu amer, goût qui disparaît au printemps. Grappe unique, cylindrique, lâche. Variété plus tardive que les précédentes.

» N° 4. *Vitis.* — Racine brun clair, forte, contournée, s'écaillant ; son bois est jaune

clair. Radicelles dures, flexibles; chevelu rare. Diamètre de la tige principale à $0^m,30$ au dessus du sol, $0^m,03$. Première écorce, lie de vin, peu adhérente. Deuxième écorce, plus claire, épaisse de $0^m,0005$ sur le bois de deux et trois ans, gris verdâtre à l'intérieur. Diamètre minimum du bois d'un an, $0^m,003$; son écorce est fine, dure, gris rose. Mérithalles de $0^m,08$. Moelle marron. Bourgeons de l'année, roses supérieurement, verts en dessous. La première feuille est vert foncé, arrondie au bas de la nouvelle pousse, légèrement pubescente, à duvet caduc. Feuilles en forme de cœur. Pédicelle des feuilles et vrilles de force moyenne ainsi que la râpe, rose foncé à la base. Fruits groupés en pelottes; grappe sphérique. Variété tardive, a mûri en décembre en 1879, donne un vin acide, de même nuance que le porto.

» N° 5. *Vitis.* — Racines sinueuses, dures, très flexibles, peu développées, blanches intérieurement; leur épiderme s'écaille. Diamètre du tronc à sa sortie de terre, $0^m,05$. Diamètre minimum du bois d'un an, $0^m,003$. Écorce du tronc, brun clair, unie, dense, dure. Épaisseur de la première écorce, $0^m,002$; de la deuxième, $0^m,00125$, plus blanche que chez les variétés précédentes. Bois de trois à quatre ans, de même couleur que le tronc, très dur. Moëlle brun clair, plus abondante que chez les autres variétés. Première feuille ovale. Quatrième feuille et feuille terminale de même forme que celle du mûrier, légèrement pubescentes, à duvet caduc. Feuilles plus fines, moins fortes que celles des quatre autres variétés; nervures jaune verdâtre. Variété moins commune que ses congénères. Grappe ailée, longue, lâche. Les grappillons de la partie supérieure de la grappe sont allongés, ceux de la partie inférieure sont sphériques. Pédoncule long, fin, rouge à l'époque de la maturation du fruit. Fruits relativement petits, d'un noir luisant, à peau fine. L'époque de maturation de cette variété est intermédiaire entre celle des plus hâtives et celle des plus tardives. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Theligonum cynocrambe *L.* Note de M. J. GUILLAUD, présentée par M. Naudin.

« Le *Theligonum cynocrambe* L. est une petite herbe de la région méditerranéenne, dont les caractères morphologiques sont encore peu fixés, du moins en ce qui concerne la fleur femelle, et dont les affinités sont restées douteuses parmi les familles d'Apétales. Les feuilles, opposées et décussées dans le bas de la tige, deviennent alternes dans le haut, sans dérangement de l'ordre de décussation : ce qui fait naturellement penser à l'avortement d'une des feuilles des paires supérieures. Elles ont des stipules membraneuses, connées avec celles qui leur sont opposées ou amplexicaules. Les fleurs sont unisexuées : les femelles, disposées en cyme bipare très courte, sont munies chacune d'une bractée verte et constituent de petits glomérules à l'aisselle des feuilles; parfois la cyme est réduite à trois fleurs; les mâles, groupées par deux ou plus rarement par trois, constituent une cyme très

réduite, opposée aux feuilles alternes; une petite bractée qui avorte accompagne la seconde fleur.

» La fleur femelle apparaît sous forme d'un petit mamelon ovoïde, qui s'aplatit, puis se creuse en pertuis à son extrémité libre; les bords de ce pertuis se relèvent en bourrelet et, s'accroissant davantage sur deux points, en avant et en arrière, ou sur trois points, en avant et sur les côtés, recouvrent en toiture sa cavité. Ce bourrelet s'allonge ensuite en périanthe membraneux, tubuleux et infundibuliforme, fermé jusqu'à la sortie du stigmate, qui écarte les deux ou trois dents de son ouverture. Du fond du pertuis et en arrière, naît, en même temps que le bourrelet, une petite pointe saillante qui est un carpelle. A la base un peu élargie de cette pointe, ne tarde pas à paraître un ovule, attaché en bas et en arrière; cet ovule semble s'enfoncer graduellement dans le tissu cellulaire du fond du pertuis. Aucune trace d'organe mâle dans cette fleur. L'ovaire infère une fois constitué, avec son ovule complètement recouvert et sa pointe carpellaire en saillie dans le périanthe tubuleux qui le couronne, se développe beaucoup plus fortement en avant et sur les côtés, de telle sorte que périanthe et style stigmatifère sont finalement rejetés en arrière et deviennent tout à fait gynobasiques. A ce développement excentrique de l'ovaire, correspond un changement très singulier dans l'état de l'ovule. Ce dernier était primitivement horizontal, à demi anatrope, avec le micropyle tourné en bas et en arrière; il devient par suite ascendant, à micropyle tourné en bas et en avant, tout en restant attaché un peu au-dessus de la base de l'ovaire; en même temps, le sommet qui était opposé au micropyle se tuméfie, s'accroît en contournant la chalaze et en se repliant à son tour vers le hile, de façon qu'on a bientôt un ovule réniforme, comme plié en deux sur l'extrémité de son raphé, qui se trouve ainsi dissimulé dans la masse de l'ovule, et c'est pourquoi celui-ci a été regardé jusqu'à présent comme campylotrope. Il est facile de reconnaître, même sur de jeunes graines, qu'il n'y a là qu'une apparence trompeuse : le funicule, large et aplati, pénètre dans une sorte de sillon médian, entre deux mamelons, puis, cessant d'être libre, se soude aux enveloppes de la graine, pour s'enfoncer avec elles sous forme de languette ovale jusqu'aux deux tiers de son épaisseur. L'embryon, à longue radicule et à très petits cotylédons, est d'abord droit dans l'axe d'un sac à albumen, qui n'occupe que la moitié micropylaire de la jeune graine, puis sac à albumen et cotylédons s'avancent dans l'autre moitié, en se courbant en fer à cheval. Les cotylédons seuls font les frais de cette courbure secondaire de l'embryon.

» La fleur mâle se développe de la façon suivante. La petite masse cellulaire, comprimée d'avant en arrière et brièvement pédicellée, qui la constitue au début, s'aplatit à son sommet en une surface ovale. Au-dessous des bords de cette surface, naissent, en avant et en arrière, deux lamelles qui se réunissent bientôt sur les côtés, pour suivre à partir de ce moment un développement conné et donner naissance à un périanthe gamophylle. Neuf à quinze mamelons, qui sont les étamines, apparaissent en dedans des lamelles et au bord même de la surface plane. Celle-ci reste libre et sans aucune trace d'ovaire. Par la suite du développement, les deux lamelles du périanthe se rejoignent en couvercle, au-dessus des étamines, et la fleur mâle prend peu à peu la forme d'un sachet oblong, comprimé et fermé. Le fond de la fleur, primitivement plat, se creuse en godet; c'est ce qui fait qu'à l'éclosion les étamines paraissent insérées sur la base même du périanthe.

» D'après ce qui précède, on voit que nous avons affaire à des fleurs très réduites dans toutes leurs parties; mais, étant donné que le périanthe est longuement tubuleux, que l'ovaire est nettement infère, à un seul carpelle et à un seul ovule, que cet ovule est anatrope malgré sa double courbure, que l'embryon est primitivement droit dans l'axe de l'albumen et que les feuilles sont stipulées, les affinités du *Theligonum cynocrambe* L. me paraissent devoir être recherchées entre les Monimiacées d'une part, comme famille ancestrale, et les Santalacées, Aristolochiées et Bégoniacées de l'autre, comme familles collatérales. Ce serait, à mon avis, un faible rejeton de la branche généalogique qui réunit ces diverses familles ([1]). »

M. Ch. Tardy adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note intitulée « Direction générale des montagnes sur la Terre et probabilité sur leur origine ».

M. C. Viry adresse, par l'entremise de M. Resal, une Note intitulée « Du choc entre prismes élastiques; durée, intensité, déformations, vitesses finales ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

([1]) Ces observations ont été faites au laboratoire de Botanique de la villa Thuret, à Antibes, en décembre 1880 et au mois de janvier de la présente année.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JANVIER 1881.

Sur les Oromo, grande nation africaine désignée souvent sous le nom de Galla; *par* ANT. D'ABBADIE. Bruxelles, 1880; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société scientifique.*)

De la tuberculose dans les séreuses chez l'homme et chez les animaux inoculés; par M. P.-L. KIENER. Paris, G. Masson, 1881. (Extrait des *Archives de Physiologie.*) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Les étoiles et les curiosités du ciel. Supplément à l'Astronomie populaire; pat C. FLAMMARION. Livr. 31 à 40. Paris, Marpon et Flammarion, 1881; grand in-8° illustré.

Notice sur quelques Poissons des lignites de Ménat; par M. CH. BRONGNIART. Caen, impr. Le Blanc-Hardel, 1880; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; t. II, 1er et 2e semestres. Toulouse, impr. Douladoure, 1880; 2 vol. in-8°.

Beitrag zur Bestimmung der physischen Libration des Mondes aus Beobachtungen am Strassburger Heliometer; von Dr E. HARTWIG. Karlsruhe, G. Braun, 1881; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 janvier 1881.)

Page 127, ligne 3, *au lieu de* les termes de même rang, *lisez* les termes qui se correspondent verticalement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOGÉNIE. — *Sur la longue durée de la vie des germes charbonneux et sur leur conservation dans les terres cultivées.* Note de M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« La Société centrale de Médecine vétérinaire de Paris a nommé, au mois de mai dernier, une Commission et alloué les fonds nécessaires pour contrôler les faits nouveaux qui se sont produits récemment dans la Science au sujet de l'étiologie du charbon, notamment les résultats qui concernent la présence des germes de cette maladie à la surface et dans la profondeur des terres où ont été enfouis des animaux morts charbonneux. La Société m'a fait l'honneur de me nommer membre de cette Commission qui, outre moi-même, est composée de notre confrère M. Bouley, de M. Camille Leblanc, membre de l'Académie de Médecine, de M. Trasbot, professeur à l'École d'Alfort, et de M. Cagny, vétérinaire distingué à Senlis.

» Je crois devoir faire connaître à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus par la Commission.

» A quelques kilomètres de Senlis se trouve la ferme de Rozières, qui,

chaque année, fait des pertes cruelles par la fièvre charbonneuse. C'est cette ferme que la Commission, guidée par les judicieuses indications de M. Cagny, a pris pour champ de ses expériences. Dans le jardin de la ferme, jardin clos de murs, se trouvent deux emplacements en quelque sorte préparés pour les études que la Commission voulait entreprendre. L'un de ces emplacements sert aux enfouissements depuis trois ans; l'autre a servi il y a douze ans et dans les années précédentes au même office, mais n'est plus utilisé depuis cette époque. La Commission m'a chargé tout d'abord de rechercher si, à la surface de ces fosses, la terre renfermait des germes charbonneux. A cet effet, M. Leblanc me remit, au mois de septembre dernier, deux petites boîtes renfermant chacune environ 5^{gr} de terre prélevés par lui-même à la surface de chacune de ces fosses. Après un lessivage et un traitement convenables de ces terres, nous avons inoculé leurs parties les plus ténues à des cochons d'Inde, qui sont morts rapidement et entièrement charbonneux.

» La Commission procéda alors à l'expérience suivante, dont la surveillance fut confiée à deux de ses membres, MM. Leblanc et Cagny. Le 8 octobre, sur la fosse d'il y a douze ans, on a installé sept moutons *neufs*, c'est-à-dire qui n'avaient jamais eu le charbon. On les y a laissés pendant quelques heures dans l'après-midi, puis on les a rentrés à la bergerie, tout à côté du restant du troupeau. Tous les jours, quand il faisait beau, on conduisait les sept moutons sur cette fosse et, après quelques heures, on les ramenait à la bergerie. Il n'y avait pas d'herbe à la surface de la fosse et l'on ne donnait à manger aux moutons que dans la bergerie même.

» Le 24 novembre 1880, MM. Leblanc, Cagny et moi, nous nous sommes rendus à la ferme de Rozières pour constater les résultats obtenus. Des sept moutons, un était mort le 24 octobre, un deuxième le 8 novembre, tous deux charbonneux; les autres se portaient bien. Quant aux moutons témoins, c'est-à-dire tous ceux du restant du troupeau, aucun n'était mort dans le même intervalle de temps.

» Voilà donc un nouveau contrôle précieux des faits que nous avons annoncés à l'Académie au mois de juillet dernier et plus récemment encore, avec cette double particularité très intéressante qu'il s'agit ici d'un séjour momentané à la surface d'une fosse où depuis douze ans on n'a pas enfoui d'animaux charbonneux, et que les moutons mis en expérience, qui ont eu deux morts sur sept, dans l'intervalle de six semaines, n'ont pas pris de repas sur la terre de la fosse, d'où il résulte que le germe de la maladie n'a pu pénétrer dans leur corps que par suite de l'habitude bien connue qu'ont les moutons de flairer sans cesse la terre sur laquelle ils sont parqués.

» Il n'est pas inutile d'ajouter que les emplacements meurtriers dont je viens de parler servent à la culture potagère de la ferme. Nous avons demandé au fermier si le charbon ne s'était jamais déclaré sur les habitants de cette ferme. Le fermier nous répondit : « Cela n'a pas été constaté. Moi seul, » et vous en voyez la cicatrice, nous dit-il en montrant son visage, moi » seul ai eu une pustule maligne qui a guéri. » Il est présumable que, si les légumes consommés dans la ferme n'étaient pas cuits, les choses se seraient passées différemment, et que la ferme aurait peut-être compté des victimes par la terrible maladie.

» Combien d'enseignements d'une haute gravité dans les faits qui précèdent !

» On croyait que la végétation et les cultures, par des phénomènes naturels de combustion et d'assimilation, détruisaient toutes les matières organiques des vidanges et des engrais. Un principe nouveau nous est révélé : combustion et assimilation végétales n'atteignent pas les germes de certains organismes microscopiques. Je ne crois pas que l'étiologie des maladies transmissibles se soit jamais enrichie d'un principe plus fécond, touchant l'hygiène et la prophylaxie de ces terribles fléaux. Qui pourrait assigner les cheminements divers et multiples sans doute des germes depuis le moment de leur formation jusqu'à celui où ils frappent leurs victimes, lorsque ces germes sont des agents de contagion et de mort?

» Les habitants de la ferme de Rozières foulent aux pieds des germes charbonneux, et ces germes n'ont atteint personne. Mais changez à peine, comme nous venons de le faire, les conditions de la vie des animaux dans la ferme et vous entraînez la mort rapide de certains d'entre eux, dont les chairs, par tel ou tel mode de transport du parasite charbonneux, piqûres directes ou piqûres indirectes par des mouches, iront porter le mal chez de nouveaux animaux et chez l'homme : témoin l'exemple cité du fermier lui-même. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Oiseaux de la région antarctique;* par M. Alph.-Milne Edwards.

« En présentant la première Partie d'un travail intitulé : « Recherches sur la faune des régions australes », je ferai remarquer que ce sont principalement les Oiseaux qui donnent un caractère spécial à la population animale de la zone antarctique. On aurait pu croire, au premier abord, que des animaux doués de moyens de locomotion puissants, aptes à franchir, soit

en volant, soit en nageant, de grandes distances, seraient peu propres à nous éclairer sur la position et les limites des foyers zoologiques ou centres de création ; mais il en est tout autrement; les Oiseaux contribuent plus que les représentants d'aucune autre classe à marquer les différences profondes entre l'ensemble des faunes de l'hémisphère sud et celles qui appartiennent en propre à l'hémisphère boréal.

» Les recherches que je viens de faire sur la distribution géographique des Manchots fournissent, à cet égard, des résultats fort intéressants. On peut se représenter les Oiseaux de cette famille comme émigrant d'un centre de production situé dans les îles antarctiques, au voisinage de la terre Victoria, on les voit suivre les grands courants et les glaces flottantes qui se dirigent vers le nord, et arriver successivement dans les eaux du cap Horn, des Falkland, de la Nouvelle-Géorgie et de la série de stations dont le cap de Bonne-Espérance et les îles australes de l'océan Indien font partie.

» Une autre colonie, représentée par les Sphénisques, partant du même foyer et favorisée par le courant de Humboldt, serait passée à l'ouest du cap Horn, pour descendre le long de la côte du Chili, après avoir touché successivement aux terres magellaniques et à l'île Chiloé, et de là elle aurait gagné la côte du Pérou et les îles Gallapagos, qui peuvent être considérées comme la dernière limite de la dissémination des Manchots. Mais ces Oiseaux n'ont eu pour berceau ni l'une ni l'autre de ces stations extrêmes; ils sont originaires des terres atlantiques australes et leurs différentes colonies, en se modifiant légèrement dans leurs campements placés dans des conditions différentes, ont constitué les races particulières appelées *Spheniscus demersus*, *S. magellanicus*, *S. Humboldtii* et *S. mendicatus*.

» Je continuerai la publication de ces études en prenant successivement en considération les divers groupes zoologiques propres aux terres australes, et je rappellerai que le travail d'ensemble d'où elles sont en majeure partie extraites obtint de l'Académie le prix Bordin pour 1873, mais qu'il ne put être imprimé, à raison des dépenses considérables qu'aurait entraînées l'exécution de l'Atlas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un mode de représentation des fonctions.* Extrait d'une Lettre de M. **H. Gyldén** à M. Hermite.

« .... Permettez-moi de remarquer qu'on peut, au moyen d'opérations très simples, obtenir le développement

$$F(x) = \sum\left(A_p \cos p \operatorname{am} \frac{2Kx}{\pi} + B_p \sin p \operatorname{am} \frac{2Kx}{\pi}\right),$$

si l'on suppose donné le développement

$$F(x) = \sum(a_r \cos rx + b_r \sin rx).$$

En effet, il suffit pour cela d'établir les séries

$$\cos rx = \gamma_0^{(r)} + 2\sum_{p=1}^{p=\infty} \gamma_p^{(r)} \cos p \operatorname{am} \frac{2Kx}{\pi},$$

$$\sin rx = \sum_{p=1}^{p=\infty} \sigma_p^{(r)} \sin p \operatorname{am} \frac{2Kx}{\pi}.$$

» Dans mon Mémoire *Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie* (Saint-Pétersbourg, 1871), on trouve pour cet objet les relations

$$\gamma_p^{(r)} = \frac{r}{p}\Sigma_r^{(p)}, \quad \sigma_p^{(r)} = \frac{r}{p}\Gamma_r^{(p)},$$

les quantités désignées par $\Sigma_r^{(p)}$ et $\Gamma_r^{(p)}$ étant les coefficients dans les développements

$$\cos p \operatorname{am} \frac{2Kx}{\pi} = \Gamma_0^{(p)} + 2\Gamma_1^{(p)} \cos x + 2\Gamma_2^{(p)} \cos 2x + \ldots,$$

$$\sin p \operatorname{am} \frac{2Kx}{\pi} = 2\Sigma_1^{(p)} \sin x + 2\Sigma_2^{(p)} \sin 2x + \ldots. »$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une chute de grésil à Genève, le 19 janvier.* Lettre de M. **D. Colladon** à M. Th. du Moncel.

« Genève, 22 janvier 1881.

» Je viens d'être témoin d'un fait qui me semble mériter d'être connu des météorologistes et qui, je crois, n'a pas été décrit.

» Mercredi, 19 courant, nous avons eu à Genève de très fortes bourrasques, alternant avec des moments de calme, et accompagnées par intervalles de chutes de grésil ou de neige; entre 11^h et $11^h 30^m$ du matin, le temps est devenu si sombre, qu'on a dû allumer le gaz dans un grand nombre de maisons.

» On a vu trois ou quatre éclairs, et, presque en même temps, il est tombé une averse de grésil, dont les grains avaient pour diamètre depuis une fraction de millimètre jusqu'à $0^m,005$ et $0^m,006$; ils étaient remarquablement compactes et bien sphériques.

» Leur température, que je n'ai pu mesurer, devait être notablement au-dessous de 0°, car le thermomètre suspendu aux montants de ma fenêtre marquait $+0^\circ,5$, et cependant les grains de petit diamètre ne commençaient à fondre qu'après plusieurs secondes.

» La tablette de ma fenêtre était recouverte d'une nappe de ces grains de grésil sans aucun mélange d'autres flocons. Ces grains avaient des soubresauts électriques fort singuliers, rappelant un peu la danse des pantins, ou les mouvements saccadés des petits fragments de moelle de sureau quand on approche d'eux un bâton de verre ou de résine préalablement électrisé. Des grains de grésil, d'abord immobiles pendant deux ou trois secondes, étaient subitement lancés à quelques centimètres de distance et paraissaient bondir en sursaut par une forte répulsion presque normale à la surface de la tablette; puis ils se précipitaient sur quelque point voisin, recouvert de grésil.

» Il était bien évident que ces mouvements n'étaient pas causés par le vent et qu'ils étaient dus à des répulsions et à des attractions électriques.

» Le même fait a été remarqué à la même heure dans d'autres localités.

» Au bout de dix à douze minutes environ, la chute des grains de grésil ayant cessé, elle fut remplacée par des flocons de neige, qui ne présentaient aucun mouvement électrique.

» Le lendemain, 20 janvier, il y eut, pendant près d'un quart d'heure, une chute de cristaux de neige en étoiles. Je ne pus apercevoir aucun mouvement d'attraction ou de répulsion entre ces cristaux.

» La genèse de ces grains de grésil compactes, arrondis, feutrés de petits cristaux, est aussi difficile à expliquer que celle des grêlons. On peut seulement entrevoir que l'électricité doit jouer un rôle essentiel dans leur production, car leur chute coïncide presque toujours avec la présence des nuages orageux.

» On sait, d'ailleurs, que les grêlons ont presque toujours un grain de

grésil pour noyau central. Si ce noyau avait une température primitive inférieure à 0°, même en été, on comprendrait que ces grains, en traversant des nuages denses, pussent s'envelopper de couches de glace transparente ou opaque pour former des grêlons.

» A l'Observatoire de Genève, on avait recueilli, le 19, à 7^h45^m du matin, des grains de grésil de $0^m,010$ de diamètre, ayant la forme de poires ou de cônes un peu arrondis. La température de l'air était, à ce moment, de $2^o,2$ au-dessous de 0°. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Godron*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Clos	obtient.	30 suffrages.
M. Sirodot	»	8 »
M. Grand'Eury	»	2 »

M. **Clos**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres, pour la représenter dans la Commission du *prix Fould*.

Le nombre des votants étant 38,

M. Jamin	obtient.	21 suffrages.
M. Dumas	»	7 »
M. Chevreul	»	3 »
M. Fremy	»	2 »
Etc.		

M. **Jamin**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est nommé Membre de la Commission du prix Fould.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de trois Commissions chargées de proposer des questions de prix à décerner en 1882.

Grand prix des Sciences mathématiques : MM. Bertrand, Hermite, Puiseux, Bouquet et Liouville réunissent la majorité absolue des suffrages. Les

Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Serret.

Prix Bordin (Sciences mathématiques) : MM. Bertrand, Puiseux, Hermite, Jamin et Fizeau réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Edm. Becquerel et Phillips.

Prix Vaillant : MM. Boussingault, Peligot, Dumas, Bouley et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Mangon et Decaisne.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil circulatoire des Crustacés édriophthalmes.* Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

(Renvoi au Concours du prix des Sciences physiques pour 1881.)

« Deuxième partie : *Amphipodes* [1]. — 1° Le *cœur* est un gros canal cylindrique qui s'étend dans les cinq premiers anneaux du thorax et dans une partie du sixième. Il est dorsal par rapport à tous les autres viscères. Il est maintenu en place par les artères auxquelles il donne naissance, par l'intestin moyen auquel il adhère tout le long de sa face antérieure et par trois séries parallèles et longitudinales de petits tractus détachés de ses parois et insérés d'autre part aux parties voisines.

» 2° Il est percé de *trois paires d'ouvertures cardio-péricardiques*, symétriques, en forme de fentes obliques qui s'ouvrent pendant la diastole et se ferment pendant la systole.

» 3° Il donne naissance à deux aortes qui le continuent à ses extrémités, mais avec un calibre plus restreint, et qui sont munies, à leur origine, d'une valvule à deux lèvres. Elles déversent le sang, par leurs extrémités, dans un vaste sinus artériel ventral.

» 4° L'*aorte inférieure* descend dans l'abdomen sans donner de branches. Arrivée dans le troisième anneau, elle émet deux gros et courts rameaux latéraux et presque aussitôt se termine en perdant ses parois. Les branches latérales ainsi que la division terminale déversent leur contenu dans le sinus

---

[1] *Voir* la première partie : *Isopodes*, dans les *Comptes rendus*, t. XCII, p. 63, séance du 10 janvier 1881.

ventral, celle-ci sur la ligne médiane en arrière du rectum ([1]), celles-là sur les côtés de cet organe après l'avoir contourné.

» 5° Sur les côtés de l'aorte supérieure j'ai observé, chez le Talitre, deux grosses *artères faciales* qui naissent du sommet du cœur et se ramifient dans les muscles moteurs des appendices buccaux.

» 6° L'*aorte supérieure* fournit dans la tête diverses branches, aux antennes, au cerveau, etc., qui sont décrites dans le Mémoire. Elle se termine dans le labre et déverse son contenu dans les lacunes de la tête qui le conduisent au sinus ventral. J'attirerai seulement l'attention sur deux faits qui n'ont jamais été mentionnés. 1° En abordant le cerveau, l'aorte se divise en deux branches qui passent, l'une profondément en avant, dans le collier nerveux œsophagien, entre l'œsophage et le cerveau, l'autre, superficiellement, en arrière du cerveau, entre cet organe et les téguments. Ces deux branches se réunissent après avoir franchi le cerveau et reconstituent une aorte simple. Elles forment autour de la masse nerveuse cérébroïde un *anneau vasculaire péricérébral* situé dans un plan vertical médian antéro-postérieur. Cet anneau est absolument caractéristique des Amphipodes et des Læmodipodes. 2° Avant de se terminer dans le labre, l'aorte donne naissance à un *collier vasculaire périœsophagien*, tout à fait comparable à celui des Isopodes, mais plus lâche et moins nettement limité en avant. Il n'y a pas trace d'artère prénervienne.

» 7° Le *sinus ventral* est une grande cavité qui occupe toute la face antérieure de l'animal entre les téguments et le tube digestif. Il reçoit par son extrémité inférieure directement tout le sang de l'aorte inférieure, et par son extrémité supérieure celui de l'aorte supérieure, par l'intermédiaire des lacunes céphaliques. Dans tous les autres points il est parfaitement clos. Il fournit aux vaisseaux artériels ou afférents de tous les appendices du thorax et de l'abdomen. Pour cela, il donne naissance des deux côtés, dans chaque segment, à un court tronc d'où se détachent autant de branches que l'anneau porte d'appendices. Il y en a, dans le thorax, deux chez le mâle (une pour la patte, une pour la branchie), et chez la femelle trois (la troisième pour la lame de la cavité incubatrice); dans l'abdomen, une seulement pour l'appendice. En outre, dans tous les anneaux, quels que soient le sexe ou la région du corps, il en existe une, plus externe que toutes les autres, destinée à l'épimère, qui a une structure lacunaire branchiale.

([1]) L'animal est supposé placé verticalement la tête en haut, la face ventrale en avant.

» Les vaisseaux afférent et efférent de tous les appendices sont munis de parois propres, percées seulement, çà et là, de quelques orifices par lesquels les globules peuvent se rendre de l'un à l'autre sans faire tout le tour de l'organe.

» 8° Des *vaisseaux péricardiques*, formés par l'anastomose des vaisseaux efférents des appendices (y compris les épimères) de chaque anneau, ramènent le sang au péricarde.

» 9° Le *péricarde* est une cavité parfaitement limitée qui occupe la région dorsale du thorax et de l'abdomen et dans laquelle le cœur et l'aorte inférieure font saillie.

» 10° Ce qui précède s'applique spécialement aux *Crevettines sauteuses*. Chez les *Crevettines marcheuses*, et en particulier chez les *Corophium*, on retrouve les mêmes dispositions générales. L'*anneau péricérébral* et le *collier périœsophagien* se retrouvent avec leurs dispositions habituelles. Mais il existe quelques différences qui sont décrites dans le Mémoire. Citons seulement le fait que le cœur ne possède qu'une *seule paire d'ouvertures cardio-péricardiques*.

» Notre travail ne concerne pas les *Hypérines*.

» TROISIÈME PARTIE : *Læmodipodes*. — L'appareil circulatoire des *Caprellides* peut se définir en quelques mots. Il est identique à celui des Amphipodes, sauf les réductions qu'implique l'atrophie de l'abdomen. On retrouve l'*anneau vasculaire péricérébral*, mais le collier périœsophagien a disparu. Les aortes sont munies, l'une et l'autre, à leur origine, d'une valvule à deux lèvres. Le cœur possède *trois paires d'orifices cardio-péricardiques*. Malgré ce dernier fait, c'est par les Corophiens que les Caprellides se rattachent aux Amphipodes, au point de vue de la constitution de l'appareil de la circulation. »

VITICULTURE. — *Action du sulfocarbonate de potassium sur les vignes phylloxérées*; par M. MOUILLEFERT.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Sept années se sont écoulées depuis nos premiers essais à la station viticole de Cognac avec le sulfocarbonate de potassium, que M. Dumas a proposé pour combattre le Phylloxera.

» Sa consommation, qui n'était que de quelques kilogrammes en 1874, de quelques centaines pendant les années d'essai 1875 à 1877 et de quel-

ques milliers de kilogrammes ensuite, atteint près de 500000^{kg} en ce moment.

» La Société nationale a traité à forfait environ 660^{ha}, comprenant 2810425 souches, réparties entre 120 propriétés. Le traitement de cette superficie a exigé environ 221000^{kg} de sulfocarbonate ou près de 75000^{mc} de solution sulfocarbonatée (1).

» Le prix de ces traitements effectués a varié de 250^{fr} à 400^{fr} l'hectare.

» On peut ainsi diviser ces 660^{ha} de la manière suivante :

» 22^{ha} ayant de trois à six années de traitement;

» 194^{ha} ayant reçu deux traitements ;

» 441^{ha} traités pour la première fois en 1880.

I. — Vignes ayant de trois a six années de traitement.

» Ces vignes appartiennent à MM. Marès (2), à Launac, Moullon, à Cognac, et de Georges, à Ludon, auxquelles il convient aussi d'ajouter celles de Mézel, près Clermont-Ferrand, dont environ 1^{ha} est soumis au traitement du sulfocarbonate, appliqué au pal depuis 1875, et que l'on a traitées pour la première fois avec nos procédés en 1880.

» Les vignes de MM. Moullon et de Georges, qui étaient si affaiblies lors du premier traitement, sont aujourd'hui *entièrement régénérées et donnent des récoltes normales depuis plusieurs années*. La vigne de M. Moullon, qui ne donnait en 1876 que 15 à 16^{hlit} à l'hectare et qu'il voulait arracher, produisait, en 1878, 80^{hlit}, en 1879 à peu près la même quantité, malgré la mauvaise maturité, et en 1880 près de 75^{hlit}.

» Quant aux vignes de Mézel, le sulfocarbonate ayant été appliqué pendant plusieurs années au pal, moyen défectueux, tout en donnant d'assez bons résultats, elles ont été plus longtemps à se remettre.

II. — Vignes ayant deux années de traitement.

(11 propriétés, 184^{ha}, 810080 souches.)

» Cette deuxième catégorie comprend une dizaine d'hectares appartenant à M. Jules Maistre, la Provenquière à M. Teissonnière, diverses petites propriétés voisines de la précédente, et les cinq domaines de démonstration de la Société nationale.

---

(1) De plus, une trentaine de propriétaires non syndiqués ont employé 31000^{kg} de sulfocarbonate, sur une superficie d'environ 80^{ha}.

(2) M. Marès a rendu compte lui-même des effets du traitement.

» 1° *M. Jules Maistre, à Villeneuvette* (10^{ha}). — Les vignes signalées à l'Académie le 10 novembre 1879, comme étant fort malades, ont continué pendant la deuxième année de traitement, sous l'influence de deux applications de sulfocarbonate à raison de 75^{gr} par souche, à marcher vers la guérison. Sur beaucoup de points la récolte a été très supérieure à celle de 1879 et la végétation des ceps est redevenue normale.

» 2° *M. Teissonnière, à la Provenquière* (111^{ha},70 et 446800 *souches*). — En mars 1879 on connaissait quatre taches, la plus ancienne découverte à l'automne de 1877; on les traita à raison de 125^{gr} de sulfocarbonate par souche, sans fumure. Le reste de la propriété fut traité avec 75^{gr} par pied.

» Au mois de juin, on découvrait dix autres points d'attaque qui n'avaient, par conséquent, été traités qu'à la dose de 75^{gr}.

» Deux des premières taches étaient complètement effacées à la fin de l'été; on n'y retrouvait même plus de Phylloxeras le 25 septembre.

» Quant aux deux autres taches, situées dans un sol crayeux ou d'argile feuilletée stérile, bien qu'il y eût amélioration, elles subsistaient encore. Une de ces taches fut défrichée et l'autre conservée à titre d'expérience.

» A la fin de l'automne on ne découvrit aucun autre point d'attaque.

» En 1880, on traita les taches à raison de 125^{gr} par souche et pour quelques-unes on ajouta des engrais chimiques. Le reste de la propriété reçut un traitement uniforme de 55^{gr} à 60^{gr} par cep.

» Au mois de juin, les anciennes taches s'étaient agrandies et l'on découvrait cinq ou six nouveaux points d'attaque, auxquels s'ajoutaient, dans le courant d'octobre, quelques foyers peu importants.

» A la fin de l'été, toutes les taches traitées d'une manière spéciale s'étaient effacées ou amoindries. Les autres n'avaient pas changé, l'effet du sulfocarbonate s'étant borné à ralentir la marche du mal.

» Quant à la récolte, qui n'était en 1878, avant le traitement, que de 6500^{hlit}, et qui était montée en 1879 à 10100^{hlit}, première année du traitement, elle atteignait à la vendange dernière 13200^{hlit}, soit près du double de celle de 1878. Cependant, les dégâts de la Pyrale avaient enlevé plusieurs milliers d'hectolitres.

» La Provenquière comptait sans doute, au moment du premier traitement, un grand nombre de taches phylloxériques que l'on aurait pu découvrir si l'on avait organisé un service de recherche en profondeur.

» La dose de 60^{gr} par souche, qui suffirait pour préserver de l'invasion un vignoble sain ou affecté d'une invasion tout à fait récente, est, d'après

ce qui précède, insuffisante lorsque l'envahissement des souches est général ou lorsque celles-ci ont déjà souffert; il faut traiter alors toute la surface et mettre par souche de 125gr à 150gr de sulfocarbonate (500kg à 600kg à l'hectare); en agissant ainsi, le mal est enrayé, la réinvasion d'été est toujours très faible, et la souche affaiblie se relève.

» 3° *Domaines de la Société* : 42ha (197185 *souches*). — Il était difficile de trouver des vignes plus malades et plus affaiblies que celles des domaines que la Société nationale a loués dans le Bordelais. Sauf quelques rares exceptions, arrivées au dernier degré de délabrement, elles ne produisaient plus.

» Le traitement de 1879 a été renouvelé en 1880, mais en portant la dose de sulfocarbonate à 100gr par souche au lieu de 75gr, et en la complétant, sur les parties les plus affaiblies, par une fumure composée de 60gr de sulfate d'ammoniaque et de 30gr de superphosphate.

» Les quarante-trois pièces dont on désespérait sont régénérées. La longueur des sarments est absolument normale. Le système radiculaire, presque reconstitué, est en très bon état.

» L'action du sulfocarbonate se montre plus grande et plus rapide dans les sols siliceux que dans les sols calcaires ou crayeux.

III. — Vignes ayant une année de traitement.

(485ha, 44 propriétaires, 1904915 souches.)

» 1° *Syndicat de Béziers-Capestang* (197ha, 926054 *souches environ*). — Les vignes du syndicat de Béziers-Capestang occupent les situations les plus diverses; les unes se trouvent en terre franche fertile, d'autres en sol argilo-calcaire à différents degrés de fertilité, et enfin quelques-unes en sol crayeux ou argileux stérile. Ces vignes présentaient des taches plus ou moins étendues, découvertes pendant les années 1877-1878 pour les plus anciennes et en 1879 pour les plus récentes.

» Les taches ont été traitées à raison de 125gr à 150gr par cep, et les parties qui ne paraissaient pas malades à raison de 62gr.

» Dans beaucoup de cas, des fumures de tourteaux, de chlorure de potassium ou de fumier de ferme ont accompagné le traitement.

» Sauf quelques exceptions, les taches ont été circonscrites et l'on a constaté une amélioration considérable dans l'état des ceps des parties contaminées. Les effets du traitement ont été remarquables dans les endroits où l'on a mis 120gr ou 150gr de sulfocarbonate au lieu de 62gr; les proprié-

taires sont unanimes à cet égard. Le résultat a été si satisfaisant, que presque tous continuent les traitements en 1881, ou même font traiter des surfaces plus importantes, et leurs voisins les imitent.

» *Syndicat d'Aigre (Charente) : 6 propriétaires*, 56^{ha}, 252990 *souches*. — Toutes les vignes de ce syndicat sont sur sol calcaire à couche arable pierreuse, très peu profonde et à sous-sol formé de bancs de pierres plus ou moins fendillés ou d'un tuf crayeux imperméable aux racines. Un tel sol est très favorable au Phylloxera; aussi la plupart des vignes étaient-elles arrivées au dernier degré d'épuisement, notamment celles de MM. Georges, Élie et Lucien Gautier. Nous n'avons pas hésité cependant à entreprendre leur régénération.

» Les traitements ont eu lieu dans le mois de mai et au commencement de juin. Les vignes les moins affaiblies ont reçu 90^{gr} de sulfocarbonate par souche. Les parties les plus affaiblies ont d'abord reçu 65^{gr} à 80^{gr} par souche, et dans le courant d'août 50^{gr} à 55^{gr}. Quelques parties ont reçu une petite fumure composée de sulfate d'ammoniaque et de superphosphate.

» Pour les vignes où les ravages n'étaient pas trop profonds, les taches se sont circonscrites, et l'on n'a pas vu de nouveaux points d'attaque.

» Quant aux vignes les plus affaiblies, qui avaient reçu deux traitements, elles étaient restées jaunes jusqu'au 15 juillet, et leurs sarments ne s'allongeaient plus depuis le courant de mai. Sur les racines, on commençait cependant à voir poindre de nouvelles radicelles nombreuses. Lors du deuxième traitement, le chevelu était déjà très abondant et la végétation des sarments, qui avait été si longtemps arrêtée, était repartie. La pousse d'août s'est faite dans de très bonnes conditions.

» *Divers autres syndicats de la région du Bordelais* : 21 *propriétaires*, 56^{ha},45, *soit* 253756 *souches*.

	ha	Souches.
Syndicat de Duras	9,00	40424
Syndicat de Bergerac	4,00	17695
Syndicat de Sainte-Foy-la-Grande	32,20	144900
Syndicat de Flaujagues	5,40	24281
Syndicat de Cognac-Jarnac	5,50	24756
M. Mestreau, à Saintes	0,35	1600
	56,45	253756

» Ces vignes représentent les situations les plus variées sous le rapport de la nature du sol, du degré de maladie ou des procédés de culture et de plantation. A peu d'exception près, elles se trouvaient très affaiblies, sinon

réduites à la dernière extrémité au moment du traitement; effectué du mois de mars au mois de juin, et même dans la première quinzaine de juillet. La dose de sulfocarbonate employée a été en moyenne de 300^{kg} à l'hectare ou, suivant le mode de plantation, de 60^{gr} à 75^{gr} par souche.

» Il y a eu des exemples de régénération véritablement extraordinaires dans les sols siliceux; sur les sols silico-argileux ou même argileux, l'action de l'insecticide a été également très accentuée; sur les sols calcaires frais et substantiels, on a constaté d'une manière générale de grands progrès. Sur les terrains crayeux ou calcaires secs et maigres, où la vigne même en pleine santé a beaucoup de peine à vivre, on reconnaissait encore une amélioration dans l'état des ceps.

» *Syndicat de Libourne : 5 propriétaires*, 41^{ha}, *soit* 259 799 *souches*. — Les vignes de ce syndicat sont pour la plus grande partie sur des sols siliceux ou silico-argileux, avec sous-sol imperméable, et le reste sur des terrains argilo-calcaires ou calcaires argileux. Les plantations comprennent de 5600 à 10000 souches à l'hectare. Toutes ces vignes, phylloxérées depuis 1873-1874, étaient très affaiblies, au moment du traitement; la récolte avait diminué d'année en année. En 1874 on récoltait sur 52^{ha}, au château des Tours, par exemple, 148 tonneaux de vin, et en 1879 seulement 30. Toutefois, dans les parties franchement siliceuses, la vigne n'offrait encore, au moment du traitement, que des taches plus ou moins grandes au lieu d'un affaiblissement général. Le traitement a été effectué de la seconde quinzaine d'avril au mois de juin, en mettant de 400^{kg} à 500^{kg} de sulfocarbonate par hectare ou de 50^{gr} à 70^{gr} par souche.

» Dans les parties sablonneuses, le chevelu s'est reconstitué, la pousse d'août a été très bonne et la réinvasion à peu près nulle.

» *Syndicat de Bonnetan* (*Gironde*) : 6 *propriétaires*, 54^{ha},60, *soit* 211 716 *souches*. — Les vignes de ce syndicat sont en général sur des sols silico-argileux caillouteux, à sous-sol argileux; certaines parties sont en sol siliceux ou calcaire, et même en terre franche. On trouve des vignes de tous les âges; de jeunes vignes de quelques années et des souches presque centenaires. La plantation est, en général, faite à 2^{m} sur 1^{m},33, comptant environ 3600 souches à l'hectare.

» Les premières attaques du Phylloxera remontent à 1872-1873, et depuis longtemps déjà toutes les vignes que nous avons traitées avaient subi un affaiblissement général qui les avait rendues à peu près improductives; sur certains points, la maladie avait même fait de si grands ravages que

l'on constatait un grand nombre de ceps déjà morts, et des surfaces importantes avaient dû être arrachées.

» C'est dans ces tristes conditions que le sulfocarbonate a été appliqué. L'opération a été effectuée de la fin d'avril à la fin de juin, suivant les circonstances; on a traité sans fumure chaque souche à raison de 125^{gr} pour les plus malades et de 75^{gr} pour les moins affaiblies.

» Quelques jours après le traitement, on constatait que, dans le rayon d'action de la solution sulfocarbonatée, les Phylloxeras avaient disparu, et dès la fin de juillet les vignes traitées prenaient une teinte d'un vert foncé, dénotant une reprise vigoureuse dans la végétation.

» En effet, au mois d'août, il y avait une différence extrêmement considérable entre les vignes traitées et celles qui ne l'avaient pas été; il n'était pas rare de voir des sarments de plus de 3^m de longueur, là où l'année précédente ils étaient très courts et très grêles; sur les racines, particulièrement dans les sols poreux, on trouvait une large reconstitution de chevelu.

» La réinvasion a été peu importante.

» Il ressort de ces traitements de première année dans cette région viticole :

» 1° Que la puissance de régénération du sulfocarbonate, notamment dans les sols siliceux, graveleux ou même argilo-siliceux, est considérable et que dans toutes les situations on peut compter sur de bons effets;

» 2° Que la dose de 60^{gr} à 75^{gr}, appliquée dans des conditions identiques, est bien plus efficace dans le Sud-Ouest que dans le Sud-Est; dans le premier cas, elle est non seulement préservatrice, mais elle est encore régénératrice à un degré très accentué : toutefois, comme dans le Sud-Est, l'effet produit sur les souches affaiblies est proportionnel à la dose employée;

» 3° Que les jeunes plantations, de quatre à vingt ans, profitent d'une manière tout à fait spéciale. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *H. Cernuschi*, intitulée « Le bimétallisme à 15 et demi »;

M. **Bertrand**, en présentant, au nom de M. le prince *Boncompagni*, une Livraison nouvelle du « Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze

matematiche e fisiche (t. XIII, mars 1880) », rappelle avec quel empressement notre illustre et regretté confrère M. Chasles communiquait les Livraisons précédentes de cette Collection, dont l'Académie lui a si souvent entendu signaler l'intérêt et la haute importance.

Le numéro actuel est consacré à la suite d'une étude de M. Boncompagni lui-même, sur un Traité d'Arithmétique du P. *Smeraldo Borghetti Lucchese,* chanoine régulier de la Congrégation del SS. Salvatore.

ASTRONOMIE. — *Sur la figure des planètes.* Note de M. **Hennessy.**

« Dans ma Note insérée dans les *Comptes rendus* du 14 juin 1880 (p. 1419), je donnai, pour l'aplatissement d'une planète par l'hypothèse de l'érosion à sa surface, la formule (¹)

$$e = \frac{5QD}{2(5D-3)-(6D'-1)},$$

Q étant le rapport entre la force centrifuge et la densité à son équateur; D la densité moyenne de la planète et D' la densité à la surface, ou plus simplement

$$e = \frac{5}{2} Q \left(\frac{D}{5D-3D'}\right).$$

Mais, par l'hypothèse de la fluidité primitive, nous aurons

$$e' = \frac{Q}{q} e_1,$$

e_1 étant l'aplatissement de la Terre, et q le rapport entre la force centrifuge et la densité à l'équateur.

» Donc

$$\frac{e}{e'} = \frac{5}{2} \frac{e_1}{q} \frac{D}{5D-3D'}.$$

» Pour toute planète dont le rapport de la densité moyenne à la densité de la surface est le même que pour la Terre,

$$\frac{e}{e'} = \frac{70}{101} \frac{e_1}{q} = \frac{207}{303},$$

après avoir substitué les valeurs de e_1 et q.

(¹) Il faut corriger les expressions de la page 1421 en mettant le nombre 2 pour la lettre Q au dénominateur.

» Ainsi, dans plusieurs cas, la compression résultant de l'érosion à la surface serait sensiblement moindre que celle résultant de l'hypothèse de la fluidité primitive.

» Si nous appliquons la formule aux planètes dont le temps de rotation et la densité moyenne sont semblables à ceux de la Terre, nous obtiendrons des résultats remarquables.

» Pour la planète Mercure, si nous admettons $86\,700^s$ pour son temps de rotation, 0,75 pour le rapport de sa masse à celle de la Terre et 378 pour le rapport de son diamètre au diamètre moyen de la Terre, nous trouvons

$$Q = \frac{1}{406,3},$$

et, si la planète était homogène, nous aurions

$$e = \frac{1}{325}.$$

» Avec la même loi de densité appliquée à la Terre, en admettant la fluidité, nous trouverions

$$e = \frac{1}{413},$$

et pour l'érosion

$$e = \frac{1}{586}.$$

» Ces trois résultats montrent que, en ce qui regarde Mercure, aucune compression sensible ne sera probablement observée.

» Pour Vénus, si nous adoptons les valeurs de la masse M, du temps de rotation T et du diamètre a généralement admises, savoir

$$M = \frac{1}{412150}, \quad T = 23^h 21^m 22^s, \quad a = 954,$$

je trouve pour la compression, d'après l'hypothèse de la fluidité, et à loi de densité semblable à celle de la Terre,

$$e = \frac{1}{247},$$

et pour l'hypothèse de l'érosion

$$e = \frac{1}{351}.$$

» La première de ces valeurs concorde avec la compression récemment

trouvée par le colonel Tennant, savoir

$$e = \frac{1}{260}.$$

» Autant que l'on peut observer, la figure de Vénus est plus en accord avec la théorie de la fluidité qu'avec celle de l'érosion de la surface.

» Depuis la communication de ma Note à l'Académie sur la figure de la planète Mars, j'ai pris connaissance de la nouvelle détermination de cette planète, dérivée du mouvement de ses satellites.

» Les astronomes de l'Observatoire de Washington ont dirigé leur attention d'une manière toute spéciale sur les satellites de cette planète. M. Asaph Hall a publié des résultats qui tendraient à faire conclure que la masse de Mars est probablement environ

$$\frac{1}{3093500}.$$

» Avec cette valeur et les valeurs d'autres éléments, les mêmes que dans ma Note précédente, Q est environ

$$\frac{1}{203,74} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{204}.$$

» La compression par la théorie de la fluidité est

$$\frac{1}{206,98} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{207}.$$

» Par la théorie de l'érosion, la compression est

$$\frac{1}{303}.$$

» Il paraît donc que, pour la Terre et les planètes les moins éloignées, et dont la densité moyenne et l'apparence générale laisseraient supposer que leurs matériaux sont identiques à ceux de la Terre par leurs propriétés physiques et mécaniques, la compression déduite de la théorie de la fluidité concorde mieux avec l'observation que la compression déduite de la théorie de l'érosion superficielle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Fourier.* Note de M. CAMILLE JORDAN.

« La démonstration classique de la série de Fourier, telle que l'a donnée Dirichlet, repose sur les deux propositions suivantes :

» 1° *L'expression* $\lim\limits_{p=\infty}\int_a^b F(x)\frac{\sin px}{x}$ *est égale à zéro, si* a *et* b *sont compris entre* o *et* π.

» 2° *Elle est égale à* $F(+o)$, *si* $a=o$, $b>o<\pi$.

» Dirichlet admet pour sa démonstration que, dans l'intervalle de l'intégration, $F(x)$ ne présente qu'un nombre limité de discontinuités et un nombre limité de maxima et de minima ; mais il fait remarquer que ces conditions sont suffisantes, mais non nécessaires.

» On voit aisément, en effet, que la première proposition subsiste, à la seule condition que $F(x)$ soit intégrable de a à b (¹).

» Quant à la seconde proposition, sa démonstration suppose simplement qu'il existe, aux environs du point $x=o$, un intervalle fini (de o à ε) dans lequel $F(x)$ soit constamment non croissante ou non décroissante.

» Le théorème subsistera donc toutes les fois que $F(x)$ pourra être représenté de o à ε par $f(x)-\varphi(x)$, $f(x)$ et $\varphi(x)$ étant deux fonctions finies et non décroissantes.

» Discutons cette condition.

» Soient $x_1, \ldots, x_n$ une série de valeurs de x comprises entre o et ε, $y_1, \ldots, y_n$ les valeurs correspondantes de $f(x)$. Les points $x_1, y_1; \ldots; x_n y_n$ formeront un polygone.

» Considérons les différences

$$y_2-y_1,\quad y_3-y_2,\quad \ldots,\quad y_n-y_{n-1}.$$

» Nous appellerons *oscillation positive* du polygone la somme des termes positifs de cette suite ; *oscillation négative*, celle des termes négatifs ; *oscillation totale*, la somme de ces deux oscillations partielles, prises positivement.

» Faisons varier le polygone ; deux cas pourront se présenter :

» 1° Le polygone pourra être choisi de telle sorte que ses oscillations surpassent toute limite.

» 2° De quelque manière que le polygone soit choisi, ses oscillations

(¹) Nous devons cette remarque à M. Darboux.

positive et négative ne pourront surpasser certaines limites fixes P_ε et N_ε. On dira, dans ce cas, que $F(x)$ est une fonction à *oscillation limitée* dans l'intervalle de o à ε; P_ε sera son *oscillation positive;* N_ε son *oscillation négative;* $P_\varepsilon + N_\varepsilon$ son *oscillation totale.*

» Ce cas se présentera nécessairement si $F(x)$ est la différence de deux fonctions finies $f(x) - \varphi(x)$; car il est clair que l'oscillation positive du polygone sera $\overline{\overline{<}} f(\varepsilon) - f(o)$, et son oscillation négative $\overline{\overline{<}} \varphi(\varepsilon) - \varphi(o)$.

» La réciproque est facile à établir. En effet, on s'assure aisément:

» 1° Que l'oscillation d'une fonction $F(x)$ de o à ε est égale à la somme de ses oscillations de o à x et de x à ε, x étant une quantité quelconque comprise de o à ε;

» 2° Que l'on a $F(x) = F(o) + P_x - N_x$, P_x et N_x désignant les oscillations positive et négative de o à x.

» Or $F(o) + P_x$ et N_x sont des fonctions finies et non décroissantes de o à ε.

» La démonstration de Dirichlet est donc applicable, sans modification, à toute fonction dont l'oscillation est limitée de $x = o$ à $x = \varepsilon$, ε étant une quantité finie quelconque (¹).

» Les fonctions à oscillation limitée forment une classe bien définie, dont l'étude pourrait présenter quelque intérêt. Nous indiquerons à cet égard les propositions suivantes :

» 1° Toute fonction entière de fonctions à oscillation limitée est une fonction de même nature.

» 2° Le quotient de deux semblables fonctions est encore une fonction de même espèce, dans tout intervalle où le dénominateur ne s'annule pas.

» 3° Toute fonction $F(x)$ à oscillation limitée est intégrable, car toute fonction finie et non décroissante l'est évidemment.

» 4° Toute fonction $F(x)$ qui a une dérivée finie de $x = a$ à $x = b$ est à oscillation limitée dans le même intervalle. Soient en effet $F'(x)$ cette dérivée, M son maximum; on aura

$$F(x) = F(a) + M(x-a) - \int_a^x [M - F'(x)]\,dx,$$

différence de deux fonctions finies et non décroissantes de a à b.

(¹) M. Lipschitz a indiqué (*Journal de Crelle*, t. 63) un autre critérium, différent du précédent, et qui suffit également pour que la série de Fourier soit applicable.

Il est fort probable qu'ici, comme dans la question de la convergence des séries, il est impossible d'établir un critérium qui soit à la fois nécessaire et suffisant.

» Il est aisé de construire une fonction à oscillation limitée, ayant, dans tout intervalle, une infinité de discontinuités. Soit, en effet, $\psi(m, n)$ une fonction constamment positive et telle que la somme

$$S = \sum_{-\infty}^{\infty} \sum_{\infty}^{\infty} \psi(m, n),$$

étendue à toutes les valeurs entières de m et de n, soit finie. On peut poser $F(x) = \Sigma\psi(m, n)$, la somme s'étendant à tous les systèmes de valeurs premières entre elles de m et de n, tels que $\frac{m}{n}$ ne surpasse pas x. Cette fonction sera constamment non décroissante et aura pour oscillation S. Elle sera d'ailleurs discontinue pour toutes les valeurs rationnelles de la variable x.

» *Remarque I.* — Dirichlet dit dans son Mémoire (*Journal de Crelle*, t. 4, p. 169) qu'une fonction qui présente un nombre infini de discontinuités n'est intégrable que si, dans un intervalle quelconque ab, on peut placer deux quantités r, s assez rapprochées pour que la fonction reste continue de r à s. On voit, par l'exemple qui précède, que cette assertion n'est pas exacte. Cette inadvertance d'un géomètre si justement considéré comme un modèle de précision nous paraît mériter d'être signalée.

» *Remarque II.* — Abel a démontré que, si la série $a_1 + a_2 + \ldots + a_n + \ldots$ est convergente, il en sera de même de la série

$$\alpha_1 a_1 + \alpha_2 a_2 + \ldots + \alpha_n a_n + \ldots,$$

si $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ sont des quantités positives non croissantes.

» Cette condition est trop restreinte. On peut établir la convergence en faisant usage du même raisonnement, à la seule condition que la somme

$$\text{mod}\,(\alpha_2 - \alpha_1) + \ldots + \text{mod}\,(\alpha_n - \alpha_{n-1}) + \ldots$$

(qu'on peut appeler l'*oscillation* de la série $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n, \ldots$) soit finie.

» Les quantités a et α peuvent d'ailleurs être imaginaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la règle des signes de Descartes.* Note de M. LAGUERRE, présentée par M. Hermite.

« 1. Soit $F(x)$ un polynôme entier ou une série indéfinie ordonnée suivant les puissances croissantes de x, $F(x)$ étant d'ailleurs assujetti à la seule condition que ses coefficients soient tous positifs.

» Considérons l'équation

$$(1) \qquad \mathrm{A\,F}(\alpha x) + \mathrm{B\,F}(\beta x) + \mathrm{C\,F}(\gamma x) + \ldots = 0,$$

où les coefficients α, β, γ, ... sont positifs et rangés par ordre décroissant de grandeur. Cela posé, le nombre des racines positives de l'équation (1) (je veux dire par là le nombre des valeurs positives pour lesquelles le premier membre de cette équation est convergent et a pour limite zéro) est au plus égal au nombre des variations que présente la suite

$$\mathrm{A},\ \mathrm{B},\ \mathrm{C},\ \ldots.$$

On peut dire encore qu'il est au plus égal au nombre des variations que présente la suite

$$\mathrm{A}, \quad \mathrm{A}+\mathrm{B}, \quad \mathrm{A}+\mathrm{B}+\mathrm{C}, \quad \ldots,$$

et que, si ces deux nombres diffèrent, leur différence est un nombre pair.

» **2.** Il ne sera peut-être pas inutile de montrer comment la règle précédente renferme, comme cas particulier, la règle de Descartes ou plutôt une proposition plus générale que j'ai donnée antérieurement.

» Soit

$$(2) \qquad \mathrm{A}x^{\alpha} + \mathrm{B}x^{\beta} + \mathrm{C}x^{\gamma} + \ldots = 0$$

une équation où α, β, γ, ... sont rangés par ordre décroissant de grandeur; on peut toujours, évidemment, les supposer positifs.

» En désignant par a un nombre positif quelconque, posons

$$x = ae^{z};$$

nous obtiendrons la transformée

$$(3) \qquad \mathrm{A}a^{\alpha}e^{\alpha z} + \mathrm{B}a^{\beta}e^{\beta z} + \mathrm{C}a^{\gamma}e^{\gamma z} + \ldots = 0.$$

Il est clair que le nombre des racines positives de l'équation (3) est précisément égal au nombre des racines de l'équation (2) qui sont supérieures à a; les nombres α, β, γ, ... sont d'ailleurs positifs, et le développement de e^{x}, qui est convergent pour toute valeur de la variable, a tous ses termes positifs.

» Il résulte donc de la proposition précédente que le nombre des racines de l'équation (2), qui sont supérieures à a, est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$\mathrm{A}a^{\alpha}, \quad \mathrm{A}a^{\alpha} + \mathrm{B}a^{\beta}, \quad \mathrm{A}a^{\alpha} + \mathrm{B}a^{\beta} + \mathrm{C}a^{\gamma}, \quad \ldots;$$

lorsqu'on fait tendre a vers zéro, on obtient, comme cas particulier, la règle de Descartes.

» 3. Soit

$$f(x) = Ax^n + Bx^{n-1} + Cx^{n-2} + \ldots = 0$$

une équation du degré n.

» En posant

$$\begin{aligned} f_n &= A, \\ f_{n-1} &= Aa + B, \\ f_{n-2} &= Aa^2 + Ba + C, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ f &= Aa^n + Ba^{n-1} + Ca^{n-2} + \ldots, \end{aligned}$$

on voit que le nombre des variations de la suite

$$(4) \qquad f_n, \ f_{n-1}, \ f_{n-2}, \ \ldots, \ f_2, \ f_1, \ f$$

est une limite supérieure du nombre des racines de l'équation $f(x) = 0$, qui sont plus grandes que le nombre positif a.

» On peut obtenir une limite plus précise, en prenant pour point de départ une règle due à Newton et qui a été l'objet de beaux travaux de M. Sylvester.

» Formons, en effet, la suite

$$(5) \quad \begin{cases} f_n^2, \quad f_{n-1}^2 - 2f_nf_{n-2}, \quad 2f_{n-2}^2 - 3f_{n-1}f_{n-3}, \quad \ldots, \\ (n-2)f_2^2 - (n-1)f_3f_1, \quad (n-1)f_1^2 - nf_2f, \quad nf^2 - (n+1)aff_1, \end{cases}$$

qui se compose d'un nombre de termes précisément égal au nombre des termes de la suite précédente.

» On démontrera aisément la proposition suivante :

» *Le nombre des racines de l'équation $f(x) = 0$, qui sont supérieures à a, est au plus égal au nombre des variations de la suite* (4) *qui correspondent à des permanences de la suite* (5).

» Cette règle sera souvent d'une application plus commode que celle de M. Sylvester, puisqu'elle exige seulement le calcul des nombres f_n, f_{n-1}, ..., f_1, f, dont la valeur s'offre d'elle-même quand on calcule le nombre $f(a)$.

» Comme application, je considérerai l'équation

$$x^3 - 2x^2 + 3x - 3 = 0.$$

Cette équation ne peut avoir de racine négative. En substituant $+1$ dans la transformée en $\frac{1}{x}$, on voit immédiatement qu'elle n'a pas de racine inférieure à $+1$. En substituant $+1$ dans le premier membre de l'équation, on obtient la suite

$$+1, \quad -1, \quad +2, \quad -1,$$

qui présente trois variations; l'équation peut donc avoir une ou trois racines positives.

» Mais, si l'on forme la suite auxiliaire

$$+1, \quad -3, \quad +5, \quad +11,$$

on voit qu'il n'y a qu'une seule variation de la première suite à laquelle corresponde une permanence dans la seconde.

» L'équation proposée a donc une seule racine réelle qui est supérieure à l'unité. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un système cyclique particulier.* Note de M. **Ribaucour.**

« Dans une Note déjà ancienne ([1]), j'énonçais les propositions suivantes :

» 1° *Si les lignes de courbure se correspondent sur les deux nappes d'une enveloppe de sphères, pour qu'il en soit de même sur les nappes enveloppes des sphères concentriques aux précédentes et dont les rayons sont proportionnels aux leurs, il faut que chacune des sphères de l'une ou l'autre famille coupe, sous un angle constant, un plan donné.*

» On peut généraliser, en exigeant seulement que les rayons des sphères de la première famille soient fonctions des rayons, des sphères de la seconde famille; la conclusion ne varie pas.

» 2° *Les développables principales suivant lesquelles on peut ranger les normales aux deux nappes d'une enveloppe de sphères dont les lignes de courbure se correspondent coupent la surface des centres suivant un réseau conjugué* (théorème de Ch. Dupin).

» 3° *Si les développables lieux des normales à une surface découpent un réseau conjugué sur une quadrique, elles y découpent un second réseau conjugué; elles tracent deux réseaux conjugués sur chacune des quadriques homofocales à*

([1]) *Notice sur les travaux mathématiques de M. Ribaucour,* 1873, p. 12.

la première. Chacune des développables est elle-même circonscrite à l'une de ces quadriques.

» 4° *Si des cercles sont normaux à trois surfaces, ils sont normaux à une infinité de surfaces faisant partie d'un système triple orthogonal* (*système cyclique*) ([1]).

» Les trois premières propositions donnent immédiatement l'intégrale des lignes de courbure d'une surface anticaustique par réfraction d'une quadrique, les rayons incidents étant parallèles entre eux.

» La quatrième proposition (en supposant que les cercles soient normaux à un plan ou à une sphère) conduit à un mode de correspondance des surfaces avec conservation des lignes de courbure; elle fournit les transformées que M. Laguerre vient d'obtenir par un mode de correspondance dont les propriétés métriques sont particulièrement remarquables ([2]).

» Considérons des sphères ayant leurs centres sur une surface (S) et coupant sous un angle constant un plan donné (P); chaque sphère enveloppée est normale (en ses deux points de contact avec l'enveloppe) à un cercle ayant son centre dans le plan (P).

» Tous les cercles semblables sont normaux aux deux nappes de l'enveloppe et deux fois au plan; ils donnent donc lieu à un système cyclique.

» Cela suffirait pour établir la réciproque de la première proposition.

» D'un autre côté, si du centre de la sphère enveloppée on abaisse une perpendiculaire au plan (P), elle rencontre le cercle en deux points symétriques qui engendrent des surfaces normales au cercle : leur distance au plan étant en effet proportionnelle à celle du centre de la sphère au même plan, les plans tangents à la surface (S) et à l'une quelconque de ces nouvelles surfaces se coupent suivant l'axe du cercle dans le plan (P).

» On peut donc énoncer la proposition suivante :

» *Les cercles normaux aux deux nappes de l'enveloppe de sphères ayant leurs centres sur une surface* (S) *et coupant sous un angle constant le plan* (P) *sont normaux à une surface obtenue en réduisant, dans un rapport constant, les distances des points de la surface* (S) *au plan* (P). *Ils déterminent un système cyclique.*

» Il est clair que ce système est le plus général de ceux qui admettent un plan parmi les trajectoires des cercles. »

([1]) *Notice sur les travaux mathématiques de M. Ribaucour*, 1873, p. 18.

([2]) *Comptes rendus*, séance du 10 janvier 1881.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la quadrature dont dépend la solution d'une classe étendue d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels.* Note de M. **Göran Dillner**, présentée par M. Hermite.

« La quadrature générale des termes irrationnels de la formule (9) de ma Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 2 novembre 1880, se réduit, pour s, un nombre entier positif ou zéro, à une somme de quadratures de cette forme,

$$(1) \qquad \int \frac{\psi(x)\,dx}{(x-a)^s\,\mathrm{P}(x)^{\frac{1}{n}}},$$

où a est une constante, $\psi(x)$ une fonction entière et rationnelle, et $\mathrm{P}(x)$ un produit algébrique rationnel de la forme

$$(2) \qquad \mathrm{P}(x) = (x-b_1)^{\beta_1}\ldots(x-b_m)^{\beta_m},$$

$\beta_1, \ldots, \beta_m$ étant des nombres entiers positifs qui ne contiennent pas tous les facteurs du nombre entier positif n.

» Étudions le cas $s = 1$.

» Posons, à cet effet, une fonction entière et rationnelle de degré γ, à coefficients constants $g_0, \ldots, g_\nu$ et à racines simples $c_1, \ldots, c_\nu$,

$$(3) \qquad \varphi(x) = g_0 + g_1 x + \ldots + g_\nu x^\nu = g_\nu(x-c_1)\ldots(x-c_\nu),$$

et soit

$$\mathrm{F}(x) = (x-a)\,\varphi(x);$$

alors on aura l'identité connue, x étant remplacé par x_r,

$$\frac{\psi(x_r)}{(x_r-a)\,\varphi(x_r)} = \frac{\psi(a)}{(x_r-a)\,\varphi(a)} + \frac{\psi(c_1)}{\mathrm{F}'(c_1)(x_r-c_1)} + \cdots + \frac{\psi(c_\nu)}{\mathrm{F}'(c_\nu)(x_r-c_\nu)},$$

où le degré de $\varphi(x_r)$ n'est pas inférieur à celui de $\psi(x_r)$.

» En multipliant cette identité par le produit d'un nombre entier positif M_r et de la différentielle dx_r, et en ajoutant les résultats pour $r = 1, 2, \ldots, \mu$, on aura, en posant le produit

$$(4) \qquad \Pi(x) = (x-x_1)^{\mathrm{M}_1}\ldots(x-x_\mu)^{\mathrm{M}_\mu},$$

l'identité suivante,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned}\sum_{r=1}^{r=\mu}\frac{\mathrm{M}_r\,\psi(x_r)\,dx_r}{(x_r-a)\,\varphi(x_r)} &= \frac{\psi(a)}{\varphi(a)}\,d\log\frac{\mathrm{G}\,\Pi(a)}{\mathrm{P}(a)}+\frac{\psi(c_1)}{\mathrm{F}'(c_1)}\,d\log\frac{\mathrm{G}\,\Pi(c_1)}{\mathrm{P}(c_1)}+\cdots\\ &\quad+\frac{\psi(c_\nu)}{\mathrm{F}'(c_\nu)}\,d\log\frac{\mathrm{G}\,\Pi(c_\nu)}{\mathrm{P}(c_\nu)},\end{aligned}\right.$$

où l'on a remplacé les différentielles $d\log\Pi(a)$, $d\log\Pi(c_1)$, ..., $d\log\Pi(c_\nu)$ par les différentielles identiques $d\log\frac{\mathrm{G}\,\Pi(a)}{\mathrm{P}(a)}$, $d\log\frac{\mathrm{G}\,\Pi(c_1)}{\mathrm{P}(c_1)}$, ..., $d\log\frac{\mathrm{G}\,\Pi(c_\nu)}{\mathrm{P}(c_\nu)}$, G étant une constante ainsi que les quantités $\mathrm{P}(a)$, $\mathrm{P}(c_1)$, ..., $\mathrm{P}(c_\nu)$.

» Puisque l'équation (5) est une *identité* pour des valeurs quelconques des variables $x_1, \ldots, x_\mu$, on pourra, d'après l'idée bien connue d'Abel, supposer la liaison suivante, sous des conditions convenables, entre ces variables et les quantités $g_0, \ldots, g_\nu$, à l'instant considérées comme des paramètres variables,

$$(6)\qquad \mathrm{G}\,\Pi(x)=\mathrm{P}(x)-\varphi(x)^n,$$

G étant le coefficient de la plus haute puissance de x du second membre, d'où l'on tire

$$(7)\qquad \mathrm{P}(x_r)^{\frac{1}{n}}=\varphi(x_r)\quad (r=1,2,\ldots,\mu),$$

et, d'après (3),

$$(8)\qquad \mathrm{G}\,\Pi(c_r)=\mathrm{P}(c_r)\quad (r=1,2,\ldots,\nu).$$

Donc, à l'aide des formules (7) et (8), on aura, en intégrant l'équation (5),

$$(9)\qquad \sum_{r=1}^{r=\mu}\mathrm{M}_r\int_{\xi_r}^{x_r}\frac{\psi(x_r)\,dx_r}{(x_r-a)\,\mathrm{P}(x_r)^{\frac{1}{n}}}=\text{const.}+\frac{\psi(a)}{\mathrm{P}(a)^{\frac{1}{n}}}\int\frac{\mathrm{P}(a)^{\frac{1}{n}}}{\varphi(a)}\,d\log\frac{\mathrm{G}\,\Pi(a)}{\mathrm{P}(a)},$$

où les limites inférieures $\xi_1, \ldots, \xi_\mu$ doivent satisfaire à l'équation (6), supposée égale à zéro, ou à l'équation

$$(10)\qquad \Pi(\xi_r)=0\quad (r=1,2,\ldots,\mu).$$

» En posant, à l'aide de (6),

$$(11)\qquad z=\frac{\mathrm{P}(a)^{\frac{1}{n}}}{\varphi(a)}=\frac{1}{\left[1-\frac{\mathrm{G}\,\Pi(a)}{\mathrm{P}(a)}\right]^{\frac{1}{n}}},$$

on tire de la formule (9), pour

$$\varepsilon_r = e^{\frac{2\pi r}{n}\sqrt{-1}} \quad (r = 1, 2, \ldots, n),$$

le résultat d'intégration suivant,

$$(12) \qquad \sum_{r=1}^{r=\mu} \mathrm{M}_r \int_{\xi_r}^{x_r} \frac{\psi(x_r)\,dx_r}{(x_r - a)\,\mathrm{P}(x_r)^{\frac{1}{n}}} = \text{const.} + \frac{\psi(a)}{\mathrm{P}(a)^{\frac{1}{n}}} \sum_{r=1}^{r=n} \varepsilon_r \log(z - \varepsilon_r),$$

où l'on éliminera la constante d'intégration, en faisant

$$x_r = \xi_r \quad (r = 1, 2, \ldots, \mu).$$

» A cause des racines égales de l'équation (6), les équations suivantes, au nombre de $(\mathrm{M}_1 + \ldots + \mathrm{M}_\mu)$, doivent être satisfaites,

$$(13) \qquad \Big|^{x=x_r} \Pi(x) = 0, \quad \Big|^{x=x_r} \frac{d\,\Pi(x)}{dx} = 0, \quad \ldots, \quad \Big|^{x=x_r} \frac{d^{\mathrm{M}_r - 1}\,\Pi(x)}{dx^{\mathrm{M}_r - 1}} = 0 \quad (r = 1, 2, \ldots, \mu),$$

et, puisque le nombre des paramètres variables $g_0, \ldots, g_\nu$ est nécessairement moindre que celui de ces équations, sauf le cas de $m = \mu = n = 2$ et $\mathrm{M}_1 = \mathrm{M}_2 = 1$, où ces nombres pourront être égaux, on obtiendra, par l'élimination de ces paramètres, des résultats auxquels doivent satisfaire les limites d'intégration de la formule (12), limites qui, par là même, ne seront pas, en général, indépendantes l'une de l'autre. Ces résultats d'élimination contiennent le *théorème de multiplication* sous la forme la plus générale.

» Le cas de $s = 0$, dans la formule (1), s'obtiendra en multipliant (12) par a et en faisant ensuite grandir cette quantité indéfiniment (les intégrales de la première et de la seconde espèce).

» Le cas de $s > 1$ est plus compliqué ; je l'ai traité dans un Mémoire sur les intégrales définies qui paraîtra dans les *Actes de l'Académie royale des Sciences de Stockholm*.

» Maintenant il y a deux voies à suivre pour évaluer la quadrature en question : 1° la voie de l'inversion, envisagée par M. Hermite dans sa célèbre solution de l'équation de Lamé; 2° la voie directe, qui sera traitée dans une prochaine Note. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distinction des intégrales des équations différentielles linéaires en sous-groupes.* Note de M. CASORATI.

« Le théorème II, dont il a été question dans une précédente Communication ([1]), se démontre ainsi. Il revient à dire que, si la suite des nombres

$$(7)\qquad l,\ l',\ l'',\ l''',\ \ldots$$

a la propriété précédemment supposée par rapport à Δ et à ses déterminants partiels, les suites

$$\begin{array}{llllll}(8) & l-\nu, & l'-\nu+1, & l''-\nu+2, & l'''-\nu+3, & \ldots,\\ (9) & l-\nu-\nu', & l'-\nu-\nu'+2, & l''-\nu-\nu'+4, & l'''-\nu-\nu'+6, & \ldots,\\ & \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots\end{array}$$

auront la même propriété par rapport respectivement à Δ' et ses déterminants partiels, à Δ'' et ses déterminants partiels, etc.

» Il suffit de démontrer le théorème par rapport à Δ et Δ', car on passe de Δ' à Δ'' (ou de Δ'' à Δ''', ...) comme de Δ à Δ'.

» Par le théorème I, les exposants (7) ont la même propriété par rapport au Δ de la page 114 que par rapport au Δ de la page 118, qui a la forme

$$(10)\quad \Delta = \begin{vmatrix} \omega_1-\omega & 0 & \ldots & 0 & 0 & \ldots & 0\\ 0 & \omega_1-\omega & \ldots & 0 & 0 & \ldots & 0\\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\\ 0 & 0 & \ldots & \omega_1-\omega & 0 & \ldots & 0\\ a'_{\nu+1,1} & a'_{\nu+1,2} & \ldots & a'_{\nu+1,\nu} & a'_{\nu+1,\nu+1}-\omega & \ldots & a'_{\nu+1,n}\\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\\ a'_{n,1} & a'_{n,2} & \ldots & a'_{n,\nu} & a'_{n,\nu+1} & \ldots & a'_{n,n}-\omega \end{vmatrix}.$$

» La relation $\Delta = (\omega_1-\omega)^\nu \Delta'$ montre que $\omega_1-\omega$ entre comme facteur, en Δ', $l-\nu$ fois.

» Pour reconnaître la plus haute puissance de $\omega_1-\omega$ qui entre dans *tous* les déterminants que l'on obtient de Δ' en supprimant une ligne et une colonne, je prends entre ces déterminants ceux qui sont adjoints aux

([1]) *Comptes rendus*, même Tome, p. 175, séance du 24 janvier 1881.

éléments d'une colonne $a'_{\nu+1,\alpha}$, $a'_{\nu+2,\alpha}$, ..., $a'_{n,\alpha}$ quelconque de Δ', et, les multipliant par les éléments de la colonne $h^{\text{ième}}$ de la matrice

$$(11)\qquad \begin{Vmatrix} a'_{\nu+1,1} & a'_{\nu+1,2} & \cdots & a'_{\nu+1,\nu} & a'_{\nu+1,\nu+1}-\omega & \cdots & a'_{\nu+1,n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a'_{n,1} & a'_{n,2} & \cdots & a'_{n,\nu} & a'_{n,\nu+1} & \cdots & a'_{n,n}-\omega \end{Vmatrix},$$

je forme la somme E_h

$$(12)\qquad a'_{\nu+1,h}\frac{\partial\Delta'}{\partial a'_{\nu+1,\alpha}} + a'_{\nu+2,h}\frac{\partial\Delta'}{\partial a'_{\nu+2,\alpha}} + \ldots + a'_{n,h}\frac{\partial\Delta'}{\partial a'_{n,\alpha}} = E_h.$$

Cette somme est toujours divisible par $(\omega_1-\omega)^{l'-(\nu-1)}$, car, pour $h \leqq \nu$, elle donne évidemment, si on la multiplie par $(\omega_1-\omega)^{\nu-1}$, le déterminant qui dérive de Δ en supprimant la ligne $h^{\text{ième}}$ et la colonne $\alpha^{\text{ième}}$, déterminant qui est divisible par $(\omega_1-\omega)^{l'}$, et, pour $h>\nu$, elle est égale à zéro ou à Δ', selon que h est divers ou égal à α.

» Maintenant, rappelons que, parmi les déterminants partiels de Δ de degré $n-\nu$, il doit y en avoir un au moins qui ne s'annule pas pour $\omega=\omega_1$. Mais tous ceux que l'on formerait sans supprimer les ν premières lignes seraient divisibles par $\omega_1-\omega$. Donc un déterminant non divisible doit se trouver parmi ceux de la matrice (11). Soit, pour fixer les idées,

$$A' = \begin{vmatrix} a'_{\nu+1,1} & \cdots & a'_{\nu+1,n-\nu} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a'_{n,1} & \cdots & a'_{n,n-\nu} \end{vmatrix}$$

un tel déterminant, où l'on doit imaginer, comme dans (12), $a'_{\nu s}-\omega$ au lieu de $a'_{\nu s}$, lorsque $\nu=s$.

» Prenant pour colonne $h^{\text{ième}}$ successivement toutes les colonnes de A', on formerait $n-\nu$ équations de l'espèce (12), desquelles on pourrait tirer les déterminants

$$\frac{\partial\Delta'}{\partial a'_{\nu+1,\alpha}},\quad \frac{\partial\Delta'}{\partial a'_{\nu+2,\alpha}},\quad \ldots,\quad \frac{\partial\Delta'}{\partial a'_{n,\alpha}},$$

exprimés par E_1, E_2, ..., $E_{n-\nu}$ avec le dénominateur A', qui ne contient pas $\omega_1-\omega$. On voit par là que ces déterminants, ou, ce qui revient au même, *tous* les déterminants partiels de Δ' de degré $n-\nu-1$, sont divisibles par $(\omega_1-\omega)^{l'-(\nu-1)}$, et, puisque l'on reconnaît sur-le-champ que ces déterminants ne pourraient *tous* contenir $\omega_1-\omega$ plus de $l'-(\nu-1)$ fois, car *tous* les déterminants partiels de Δ de degré $n-1$ contiendraient $\omega_1-\omega$ plus

de l' fois, on conclut que $l' - \nu + 1$ a bien la propriété énoncée pour lui dans la suite (8).

» D'une façon analogue on arrive à la même conclusion pour les autres termes de la suite (8). Par exemple, pour les déterminants partiels de Δ' de degré $n - \nu - 2$, on considérerait, au lieu de E_h, l'expression $E_{h,k}$,

$$(13) \quad E_{h,k} = \begin{vmatrix} a'_{\nu+1,h} & a'_{\nu+1,k} \\ a'_{\nu+2,h} & a'_{\nu+2,k} \end{vmatrix} \frac{\partial^2 \Delta'}{\partial a'_{\nu+1,\alpha} \partial a'_{\nu+2,\beta}} + \begin{vmatrix} a'_{\nu+1,h} & a'_{\nu+1,k} \\ a'_{\nu+3,h} & a'_{\nu+3,k} \end{vmatrix} \frac{\partial^2 \Delta'}{\partial a'_{\nu+1,\alpha} \partial a'_{\nu+3,\beta}} + \ldots + \begin{vmatrix} a'_{n-1,h} & a'_{n-1,k} \\ a'_{n,h} & a'_{n,k} \end{vmatrix} \frac{\partial^2 \Delta'}{\partial a'_{n-1,\alpha} \partial a'_{n,\beta}}$$

composée des $\frac{(n-\nu)(n-\nu-1)}{1.2}$ termes qui correspondent aux déterminants de second degré que l'on peut former avec les deux colonnes

$$(14) \qquad \begin{vmatrix} a'_{\nu+1,h} & a'_{\nu+1,k} \\ a'_{\nu+2,h} & a'_{\nu+2,k} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ a'_{n,h} & a'_{n,k} \end{vmatrix}.$$

Pour h et k moindres ou égaux à ν, la somme $E_{h,k}$, multipliée par $(\omega_1 - \omega)^{\nu-2}$, exprimerait un développement du déterminant qui provient de Δ par la suppression des lignes $h^{\text{ième}}$ et $k^{\text{ième}}$ et des colonnes $\alpha^{\text{ième}}$ et $\beta^{\text{ième}}$, déterminant divisible par $(\omega_1 - \omega)^{l''}$. Le déterminant du système des équations (13), formées en prenant toutes les colonnes de A' deux à deux, n'est pas nul, étant égal à

$$A'^{n-\nu-1},$$

....

» Pour reconnaître que les déterminants partiels de Δ' de degré $n - \nu - \rho$ ne peuvent contenir *tous* le facteur $\omega_1 - \omega$ plus de $l^{(\rho)} - (\nu - \rho)$ fois, il suffit de remarquer que, en développant un quelconque P de ces déterminants suivant ses déterminants partiels L, M, ..., N qu'on peut former avec les éléments de $n - \nu - \rho$ de ses colonnes choisies parmi les $n - \nu$ dernières colonnes de Δ, on aura

$$P = LL_1 + MM_1 + \ldots + NN_1,$$

où L, M, ..., N seront tous des déterminants partiels de Δ' de degré $n - \nu - \rho$. En effet, tout autre déterminant partiel de P, contenu dans les colonnes susdites, aurait au moins une ligne faisant partie des ν premières lignes de Δ, et, par conséquent, il serait nul identiquement. Les déterminants $L_1, M_1, \ldots, N_1$, complémentaires de L, M, ..., N, étant formés avec $\nu - \rho$

au moins d'entre les ν premières lignes de Δ, contiennent $\omega_1 - \omega$ au moins $\nu - \rho$ fois. Donc, si L, M, ..., N contenaient *tous* $\omega_1 - \omega$ plus de $l^{(\rho)} - (\nu - \rho)$ fois, la somme $LL_1 + MM_1 + \ldots + NN_1$ contiendrait $\omega_1 - \omega$ plus de $l^{(\rho)}$ fois, ce qui contredit l'hypothèse que la plus haute puissance de $\omega_1 - \omega$ contenue dans tous les déterminants P a pour exposant $l^{(\rho)}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'invariant du dix-huitième ordre des formes binaires du cinquième degré.* Note de M. C. **Le Paige**. (Extrait d'une Lettre à M. Hermite.)

« L'invariant I étant le résultant de la forme donnée et du covariant du troisième ordre que M. Sylvester a appelé le *canonisant*, on a, en représentant la forme par $ax^5 + by^5 + cz^5$, et le covariant par $abcxyz$,

$$I = a^5 b^5 c^5 (b - c)(c - a)(a - b);$$

de plus,

$$x + y + z = 0.$$

Par suite, si $I = 0$, il vient, par exemple,

$$b = c.$$

» Dans ce cas, la quintique peut s'écrire

$$ax^5 + b(y^5 + z^5)$$

ou, en se servant de la relation $x + y + z = 0$,

$$x[ax^4 + b(5y^4 + 10y^3x + 10y^2x^2 + 5yx^3 + x^4)].$$

Si l'on forme le covariant du sixième ordre de la quartique,

$$(a + b)x^4 + 5bx^3y + 10by^2x^2 + 10bxy^3 + 5by^4,$$

on peut remarquer que le coefficient du dernier terme s'annule.

» Par suite, une des racines de la quintique est en même temps une des racines du covariant du sixième ordre.

» Mais on sait que les racines de ce covariant représentent les points doubles des trois involutions quadratiques que l'on peut former à l'aide des quatre autres points qui sont représentés par les racines de la quartique.

» En conséquence, si l'invariant $I = 0$, une des racines de la quintique

représente un des points doubles de l'une des involutions formées à l'aide des quatre autres points.

» Or, si l'on désigne par $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ les cinq racines de la quintique, on sait que la condition à remplir pour que α, par exemple, représente un des points doubles de l'involution donnée par $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ est

$$(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)(\varepsilon-\delta)+(\alpha-\varepsilon)(\alpha-\delta)(\beta-\gamma)=0.$$

C'est là précisément la forme des facteurs de votre invariant. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur les chlorures métalliques*. Note de M. A. Ditte, présentée par M. Debray.

« Nous avons vu, dans une Communication précédente [1], comment se comportent les chlorures dont l'acide chlorhydrique augmente la solubilité; examinons maintenant ceux de la seconde catégorie.

» Deuxième cas. — 3° *Chlorure de calcium.* — La solubilité de ce chlorure est d'autant moindre, dans une liqueur acide, que cette dernière est plus concentrée; elle décroît régulièrement, et, tandis que 100^{gr} d'eau à 15° dissolvent environ 70^{gr} de chlorure de calcium anhydre, 100^{gr} d'une liqueur renfermant 50^{gr} d'acide pour 100^{gr} d'eau n'en retiennent plus que 27^{gr} à cette même température. Aussi, quand dans une solution saturée de chlorure de calcium on dirige un courant d'acide chlorhydrique, en refroidissant le vase pour empêcher la température de s'élever, une partie du chlorure se dépose sous la forme de petits cristaux. Ceux-ci sont très avides d'eau; on peut cependant les dessécher sur de la porcelaine, dans une atmosphère d'acide chlorhydrique ou d'air sec, et leur analyse conduit à leur attribuer la formule $CaCl, 2HO$.

» On obtient ce même hydrate en introduisant des fragments de chlorure fondu dans une dissolution saturée d'acide chlorhydrique, que l'on maintient dans l'eau froide, en l'agitant fréquemment, pour prévenir toute élévation de température notable; le chlorure se dissout peu à peu, sature la liqueur, et celle-ci dépose de beaux cristaux transparents en se refroidissant. Si l'on abandonne dans cette dissolution saturée de chlorure de calcium et d'acide chlorhydrique des fragments de chlorure fondu, ceux-ci

(1) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 986.

disparaissent peu à peu et se transforment totalement en cristaux de l'hydrate $CaCl, 2HO$.

» On peut les préparer encore en faisant arriver un courant d'acide chlorhydrique sur des cristaux de $CaCl, 6HO$; ceux-ci se liquéfient d'abord, puis il se dépose ensuite des paillettes brillantes présentant la composition $CaCl, 2HO$.

» *Chlorure de strontium.* — Il se comporte comme le précédent : 100gr d'eau en dissolvent environ 50gr à 17°; 100gr de dissolution saturée d'acide chlorhydrique n'en retiennent plus que 2. Le chlorure de strontium donne dans l'acide concentré des cristaux d'un nouvel hydrate, $SrCl, 2HO$.

» *Chlorure de cobalt.* — Une solution aqueuse saturée de ce sel, à 12°, est rose rouge et en contient par litre 415gr; si l'on y fait arriver peu à peu un courant d'acide chlorhydrique, en maintenant la température à peu près constante, elle change bientôt de couleur et finit par devenir d'un bleu violet très foncé. La liqueur, abandonnée au refroidissement, dépose de belles aiguilles, de la même couleur qu'elle, et dont la composition correspond à la formule $2CoCl, 3HO$.

» Si l'on sature d'acide chlorhydrique à 35° environ, et en présence d'un excès de chlorure de cobalt, une liqueur déjà saturée de ce sel, on obtient un liquide bleu améthyste foncé, qui, séparé du chlorure non dissous, dépose, par le refroidissement, de belles aiguilles de la même couleur et qui ne renferment plus qu'un seul équivalent d'eau. On n'obtient dans aucun cas le chlorure de cobalt anhydre dont Proust avait cru observer la formation dans ces circonstances. Ces deux hydrates bleus sont très avides d'eau; abandonnés à l'air humide, ils absorbent une certaine quantité de vapeur d'eau, se ternissent, deviennent roses, et finalement tombent en poussière en changeant de forme cristalline.

» Un certain nombre d'autres chlorures se comportent de façon analogue. Voici le résumé des observations qui les concernent :

	Eau.		Solution saturée de HCl à 12°.	
	Chlorure dissous par litre.	Cristaux formés.	Chlorure dissous par litre.	Cristaux formés.
Chlorure de calcium....	700	$CaCl, 6HO$	270	$CaCl, 2HO$
» de strontium..	500	$SrCl, 6HO$	20	$SrCl, 2HO$
» de magnésium.	720	$MgCl, 6HO$	65	$MgCl, 2HO$
» de cobalt	415	$CoCl, 6HO$ rouge	205	$2CoCl, 3HO$ bleu
» »	»	»		$CoCl, HO$ bleu
» de nickel......	600	$NiCl, 6HO$ vert	40	$NiCl, HO$ jaune verdâtre
» de manganèse .	870	$MnCl, 4HO$ rose	190	$MnCl, HO$ blanc
» de cuivre	630	$CuCl, 2HO$ vert bleuâtre	290	$CuCl, HO$ jaune brun

» 4° *Chlorure de potassium.* — La solubilité de ce chlorure, comme celle des précédents, diminue beaucoup quand les liqueurs deviennent de plus en plus riches en acide chlorhydrique; elle décroît régulièrement et finit par devenir très faible dans l'acide concentré. Les liqueurs chaudes en retiennent plus que les froides, et elles abandonnent des cristaux de chlorure anhydre en se refroidissant. Un certain nombre d'autres chlorures se comportent de la même manière, et pour tous la courbe de solubilité s'abaisse très régulièrement à mesure que la liqueur acide est plus concentrée. Voici les quantités comparées de ces chlorures que dissout, à 17°, 1^lit d'eau (I) ou d'acide chlorhydrique saturé (II):

	I.	II.
Chlorure de potassium..........	35	1,9
» d'ammonium..........	33,7	3,7
» de baryum............	32,9	0,4
» de sodium............	27,0	0,0
» de thallium...........	0,5	0,04

» En définitive, aux deux groupes dans lesquels se rangent les chlorures dont l'acide chlorhydrique augmente la solubilité viennent s'en joindre deux autres, qui comprennent les chlorures moins solubles dans les liqueurs acides que dans l'eau. L'un d'eux contient des sels très solubles dans l'eau et qui s'en déposent à l'état d'hydrates cristallisés. L'acide chlorhydrique a pour effet de diminuer notablement le poids de chlorure dissous, tout en le laissant considérable, et dans les liqueurs acides on obtient encore des sels hydratés, mais beaucoup moins riches encore que les cristaux qui se forment dans ce liquide. Le dernier groupe renferme des chlorures qui dans l'eau ou l'acide chlorhydrique cristallisent anhydres, mais dont la solubilité dans l'acide concentré est réduite presque à zéro. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Détermination des couleurs qui correspondent aux sensations fondamentales, à l'aide des disques rotatifs.* Note de M. A. Rosenstiehl. (Extrait.)

« Ainsi que Maxwell [1] l'a montré, les disques rotatifs permettent de déterminer les lois de la vision des couleurs avec une grande précision. Je vais fournir de ce fait de nouvelles preuves en faisant voir comment, avec leur aide, on peut trouver exactement la position qu'occupent dans le

[1] Maxwell, *Transactions of the royal Society of Edinburgh*, t. XXI, p. 275-298.

cercle chromatique les trois couleurs qui, d'après la théorie d'Young, correspondent aux sensations fondamentales.

» J'ai pris comme point de départ un cercle chromatique exécuté sur des feuilles de papier avec des matières colorantes couvrantes. Cet ensemble forme une suite continue de soixante-douze couleurs, dans laquelle le rouge, le jaune, le bleu sont à égale distance l'un de l'autre et les intervalles sont remplis par des couleurs aussi équidistantes que possible à la vue, à la même hauteur de ton, et toutes également franches.

» Chaque couleur peut être considérée comme résultant du mélange de deux autres (il s'agit du mélange des sensations). Je me suis proposé de mesurer pour chacune d'elles les deux composantes.

» *Exemple.* — Supposons que l'orangé soit un mélange de rouge et de jaune. Je compose un disque de deux cercles concentriques. Le plus petit est formé par deux secteurs, l'un orangé, l'autre bleu. Le plus grand comprend un secteur rouge, un secteur blanc et un vide qui représente l'absence de lumière. Je mets en rotation rapide. Les deux cercles ont un aspect identique si les angles des divers secteurs sont bien choisis. Le secteur bleu éteint le jaune de l'orangé et forme du blanc; le rouge seul reste : la mesure des deux sensations résultantes est donnée par l'angle du secteur rouge et celui du secteur blanc. J'ai trouvé :

$$140^\circ \text{ d'orangé} + 220^\circ \text{ bleu} = 218^\circ \text{ rouge} + 56^\circ \text{ blanc.}$$

Toutes les couleurs du cercle ont été ainsi étudiées par rapport à deux couples de couleurs complémentaires : le jaune et le bleu, le rouge et le quatrième vert (les trois premières parce qu'elles sont les couleurs primaires des artistes; la dernière sert de couleur auxiliaire).

» Le cercle chromatique s'est ainsi trouvé divisé en quatre sections :

Le rouge a été mesuré.........	du bleu au rouge en éteignant le bleu par le jaune.
	du rouge au jaune en éteignant le jaune par du bleu.
Le jaune a été mesuré.........	du rouge au jaune en éteignant le rouge par le quatrième vert.
	du jaune au quatrième vert en éteignant le vert par du rouge.
Le quatrième vert a été mesuré...	du jaune au quatrième vert en éteignant le jaune par du bleu.
	du quatrième vert au bleu en éteignant le bleu par le jaune.

Le bleu a été mesuré.......... { du quatrième vert au bleu en éteignant le vert par le rouge.
du bleu au rouge en éteignant le rouge par le quatrième vert.

» Les résultats obtenus ([1]) sont les suivants :

» 1° La ligne qui représente la proportion des sensations extrêmes dans les couleurs intermédiaires est une droite. Les couleurs intermédiaires sont donc, à la vue, rigoureusement équidistantes.

» 2° La ligne qui représente la sensation du jaune atteint son point culminant sur l'ordonnée qui correspond au jaune.

» 3° Ce cas, que je pensais devoir être général pour les quatre lignes, forme au contraire l'exception ; pour les autres couleurs, les choses se passent d'une manière différente. La sensation du rouge va croissant en ligne droite, depuis le bleu jusqu'au rouge, et elle continue à monter au delà sans déviation jusqu'à l'orangé, où elle atteint son point culminant, pour s'abaisser ensuite jusqu'au jaune, où elle est nulle.

» De même la sensation du vert atteint son maximum dans le troisième jaune vert, celle du bleu dans le troisième bleu.

» La signification de ces faits remarquables ne ressort bien que si l'on envisage l'expérience même qui a révélé l'existence des trois maxima. Le fait est le suivant :

» Un seul et même bleu, dont on mélange la sensation avec celle de l'orangé d'un côté et celle du deuxième-troisième jaune vert de l'autre, produit avec le premier une sensation de rouge supérieure à celle produite par la vue du rouge du cercle, et avec le second la sensation du vert à un degré plus élevé que ne le fait la vue de ce vert lui-même.

» Ce bleu, toutefois, ne représente pas encore la sensation de cette couleur dans sa plus grande intensité, puisqu'on obtient mieux en mélangeant les sensations du quatrième vert et du troisième bleu. L'orangé, le deuxième ou troisième jaune vert, le troisième bleu sont donc trois points du cercle chromatique qui ont pour notre œil des propriétés particulières, puisqu'elles permettent de reproduire par le mélange de leurs sensations le rouge, le vert et le bleu les plus intenses.

» Ces trois couleurs possèdent les propriétés des sensations fondamentales d'Young. Mais peut-on réellement les considérer comme représentant exactement ces trois points? La théorie d'Young n'est qu'une hypothèse,

---

([1]) *Journal de Physique*, t. VII, p. 16.

et les physiciens ne sont pas fixés sur la position vraie de ces trois sensations. L'incertitude qui règne sur cette question, fait dire à Helmholtz ([1]) : « Le choix des sensations fondamentales présente tout d'abord quelque » chose d'arbitraire. On pourrait choisir à volonté trois couleurs dont » le mélange produise du blanc.... Il n'existe encore, que je sache, » aucun moyen de déterminer les couleurs fondamentales que l'examen » des sujets affectés de dyschromatopsie. »

» Je compte démontrer dans une deuxième Note que, au contraire, les couleurs dont il s'agit ici sont placées dans le cercle chromatique entre des limites très étroites, et que les trois maxima obtenus par l'étude que je viens de résumer sont en réalité les couleurs correspondant aux sensations fondamentales. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide carbonique dans l'air.* Note de MM. A. MUNTZ et E. AUBIN, présentée par M. Hervé Mangon.

« Les travaux classiques de MM. Dumas et Boussingault et de Regnault ont fixé les proportions d'oxygène et d'azote contenues dans l'air. Dans l'état actuel de la Science, il est impossible de dépasser la précision atteinte par ces savants illustres. On ne peut pas en dire autant de l'acide carbonique, quelque nombreux que soient les travaux relatifs à la présence de ce gaz dans l'atmosphère. Il reste, en effet, à déterminer quelle est l'influence de la direction des vents, celle des pluies, celle de la hauteur au-dessus du sol, etc.

» En ne nous occupant que des travaux récemment publiés en France, nous trouvons, dans les déterminations faites par M. Reiset, M. Marié-Davy, M. Truchot, des contradictions qui montrent que cette partie de nos connaissances sur la Physique du globe a besoin d'être soumise à des études nouvelles.

» Deux point surtout restent à déterminer :

» 1° En un endroit donné, se produit-il des variations considérables, ou seulement des variations insignifiantes ?

» 2° L'acide carbonique est-il uniformément répandu dans les diverses couches de l'atmosphère, ou se concentre-t-il dans les parties basses ?

» Nous avons entrepris une série d'expériences ayant pour but de déter-

---

([1]) HELMHOLTZ, *Optique physiologique*, p. 384.

miner, avec une précision et une certitude plus grandes, les proportions d'acide carbonique que renferme l'atmosphère et les variations dont ces proportions sont susceptibles. Nous décrivons aujourd'hui la méthode d'analyse dont nous nous servons dans ces recherches, le degré de confiance accordé à des déterminations numériques dépendant de la valeur des procédés opératoires employés.

» Le principe de cette méthode est très simple : l'acide carbonique est fixé sur un corps absorbant, d'où il est de nouveau dégagé et mesuré en volume; c'est donc un dosage direct. Il offre de l'analogie avec le procédé que MM. Hervé Mangon et G. Tissandier ont déjà proposé.

» Le corps absorbant est de la pierre ponce imprégnée d'une dissolution de potasse, et contenue dans un tube étiré aux deux bouts, semblable, sauf les dimensions, aux tubes que Regnault envoyait au loin pour opérer les prises d'air.

» Ces tubes, préalablement lavés à l'acide sulfurique, sont remplis de ponce en petits fragments, calcinée avec de l'acide sulfurique, et qu'on introduit encore chaude. On imbibe cette ponce d'un volume mesuré de solution de potasse. A l'aide d'un dispositif facile à réaliser, on opère constamment dans un air dépouillé d'acide carbonique.

» La solution de potasse est préparée en dissolvant 1^{kg} de potasse à la chaux dans $1^{lit},400$ d'eau ; on ajoute 200^{gr} de baryte hydratée, et l'on agite de temps en temps; la liqueur claire qui surnage, dépouillée de sulfates et de carbonates, a un pouvoir absorbant très grand pour l'acide carbonique. Elle contient cependant des traces d'acide carbonique, et il y a lieu de faire une petite correction, qui est constante pour une série de tubes et qu'on détermine une fois pour toutes.

» Les tubes, préparés à l'avance et scellés, sont ouverts sur les lieux d'opération et scellés de nouveau, après qu'on y a fait passer un volume déterminé d'air. Ils peuvent être conservés indéfiniment dans cet état. Le volume d'air qu'on emploie, et qui doit être voisin de 200^{lit}, est mesuré soit au moyen d'un gazomètre, soit, dans les lieux d'un accès difficile, au moyen d'une pompe jaugée que nous avons fait construire à cet effet.

» Le tube, rapporté au laboratoire, après un temps indéterminé, est mis en communication, par un de ses bouts, avec une pompe à mercure; le vide étant fait dans son intérieur, on fait entrer par l'autre bout de l'acide sulfurique étendu d'eau. L'acide carbonique se dégage, est extrait par la pompe et reçu dans une cloche graduée dans laquelle il est dosé par absorption par la potasse.

» *Expériences de vérification.* — Pour vérifier la valeur de ce procédé, on l'a soumis à diverses épreuves :

» 1° Plusieurs centaines de litres d'air, ayant traversé le tube à potasse, n'ont produit aucun louche dans l'eau de baryte.

» 2° En plaçant deux tubes à ponce potassée pareils à la suite l'un de l'autre, on constate que le second tube n'absorbe rien.

» 3° Des dosages simultanés donnent le même résultat.

» 4° L'acide carbonique obtenu est proportionnel au volume d'air employé. Exemple :

En employant	200^{lit}	d'air, on a trouvé :	acide carbonique pour 10 000 parties.	3,64
»	400^{lit}	»	»	3,70

» 5° En faisant passer l'air avec des vitesses différentes, pourvu qu'on ne dépasse pas 4^{lit} ou 5^{lit} par minute, on obtient le même résultat. Exemple :

Avec une vitesse de	$1^{lit},720$	par minute, acide carbonique dosé :	3,18	pour 10 000 d'air.
»	$4^{lit},000$	»	3,19	»

» 6° En introduisant dans de l'air, dépouillé d'acide carbonique, un volume connu de ce gaz, et se plaçant dans les conditions d'un dosage normal, on retrouve l'acide carbonique introduit. Exemple :

Sur 10000 parties d'air, acide carbonique	introduit..........	3,03
» »	retrouvé..........	2,98

» Cette méthode offre donc des garanties de précision satisfaisantes, en même temps qu'elle est d'un emploi facile, puisque la prise d'air de 200^{lit} peut être faite en moins d'une heure et par des personnes n'ayant pas l'habitude des manipulations délicates.

» Par la disposition que nous avons donnée à nos appareils, elle se prête à des prises d'air dans les localités où les dosages sont impraticables. Dans le courant de l'été dernier, l'un de nous a pu, sans difficulté, transporter le matériel et opérer des prises sur plusieurs pics élevés des Pyrénées (pic du Midi d'Ossau, pic du Midi de Bigorre, Piméné, cabane du mont Perdu, Marboré, etc.) ([1]).

» Les transports se sont opérés sans le moindre accident, quoiqu'on eût emporté une série de tubes considérable.

» Nous avons l'intention d'appliquer le procédé d'analyse que nous

([1]) Quelques incertitudes, dues à l'emploi du caoutchouc contre lequel on ne s'était pas, à ce moment, assez prémuni, nous font rejeter la première série de nos expériences.

venons de décrire à la solution des problèmes relatifs à la distribution de l'acide carbonique dans l'atmosphère, et nous serions heureux de pouvoir faire opérer, par des voyageurs, des prises dans des régions éloignées.

» La même méthode, légèrement modifiée, nous a permis d'aborder l'étude des gaz carbonés, autres que l'acide carbonique, qui ont été signalés dans l'air. »

CHIMIE. — *Observations sur une Note de M.* L. Eisenberg *ayant pour titre « Sur la séparation de la triméthylamine d'avec les corps qui l'accompagnent dans le chlorhydrate de triméthylamine du commerce »*. Note de MM. E. **Duvillier** et A. **Buisine**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin* [1], M. Eisenberg indique un procédé, fondé sur la faible solubilité du chloroplatinate de triméthylamine dans l'alcool, pour retirer la triméthylamine des autres bases qui l'accompagnent dans le chlorhydrate de triméthylamine du commerce. Dans cette Note, M. Eisenberg regarde la méthode donnée par Hofmann pour séparer les bases tertiaires d'avec les bases primaires et secondaires à l'aide de l'éther oxalique, ainsi que la préparation de cet éther, comme étant longue et incommode.

» Nous ferons observer que ces critiques ne sont pas justifiées, car nous avons résolu les difficultés que signale M. Eisenberg en modifiant le procédé de Hofmann de manière à rendre complète et pratique, même en grand, la séparation des bases primaires, secondaires et tertiaires à l'aide de l'éther oxalique, et en perfectionnant la préparation de cet éther.

» Notre procédé, qui diffère notablement de celui de Hofmann, consiste, lorsqu'on a le mélange des bases privées d'ammoniaque, à effectuer leur séparation par deux traitements successifs par l'éther oxalique. Le premier traitement se fait sur la solution aqueuse des bases; il a pour but de précipiter à l'état d'oxamides les bases primaires. L'eau mère de ces oxamides est ensuite décomposée par la potasse pour mettre les bases en liberté, et celles-ci, après dessiccation, sont recueillies dans l'alcool absolu. On traite alors cette solution alcoolique par l'éther oxalique. Les diamines et une trace de monamine qui peuvent encore s'y trouver sont transformées en éthers oxamiques. Quant aux triamines, elles sont, comme on le sait, sans action sur l'éther oxalique; on les obtient en distillant le mélange. Enfin

---

[1] *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XIII, p. 1667; 1880.

les éthers oxamiques sont transformés en sels de chaux, et ceux-ci purifiés en mettant à profit leur inégale solubilité dans l'eau et l'alcool.

» Nous avons fait connaître en détail, lors du Congrès de Montpellier ([1]), ce procédé, ainsi que les modifications qu'il convient d'y apporter lorsqu'on a à séparer un mélange de bases dérivant toutes d'un même radical alcoolique.

» En outre, c'est en appliquant notre procédé de séparation des bases ammoniées à la triméthylamine commerciale que nous sommes parvenus à signaler dans ce produit la présence des nombreuses bases qu'il renferme et à les séparer à l'état de pureté ([2]). Nous avons du reste indiqué, dans les Notes auxquelles nous renvoyons, les conditions dans lesquelles on doit se placer pour séparer facilement toutes ces bases.

» Quant à la préparation commode de l'éther oxalique, nous l'avons également résolue en perfectionnant le procédé de Lœwig ([3]), qui du reste fournissait déjà des résultats assez satisfaisants.

» Les modifications que nous avons apportées à ce procédé se trouvent consignées dans une Note à la Société des Sciences de Lille (novembre 1879) et dans notre Mémoire *in extenso* sur la séparation des ammoniaques composées, Mémoire qui a été déposé, il y a quelques mois, aux *Annales de Chimie et de Physique*.

» Aussi nous ferons remarquer que notre procédé de séparation des bases ammoniées, qui permet non seulement d'effectuer la séparation d'un mélange de bases dérivant d'un même radical alcoolique, mais encore de séparer un mélange de bases dérivant de radicaux différents, telles que les bases renfermées dans la triméthylamine commerciale, a l'avantage de les fournir toutes à l'état de pureté et d'être applicable en grand; enfin il n'est pas aussi compliqué qu'il peut le paraître au premier abord, étant donné le nombre des bases à séparer, tandis que le procédé que propose M. Eisenberg pour retirer la triméthylamine de la triméthylamine commerciale, procédé qui repose sur la faible solubilité du chloroplatinate de triméthylamine dans l'alcool, ne permet que d'obtenir une seule base et nécessite l'emploi de grandes quantités de chlorure de platine, ce qui le rend impraticable en grand.

([1]) Congrès de Montpellier (*Association française pour l'avancement des Sciences*, p. 431; 1879).

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 48 et 788; 1879.

([3]) *Jahresbericht der Chemie*, p. 597; 1861.

» Enfin, dans l'intérêt de l'histoire des bases ammoniées et en particulier de celle de la triméthylamine commerciale, nous ferons observer que M. Eisenberg semble confondre, involontairement sans doute, les travaux de M. Vincent avec les nôtres. M. Vincent a signalé le premier la présence de la triméthylamine dans la triméthylamine commerciale; tandis que nos recherches ont fait connaître la composition de ce produit, la manière d'en séparer les différentes bases ammoniées qu'il renferme et un procédé général de séparation des ammoniaques composées.

» Nous ajouterons en outre que dans toutes ces recherches, par suite d'un oubli involontaire, non seulement M. Eisenberg a oublié de citer l'un de nous, mais encore qu'une erreur typographique lui a fait dénaturer complètement le nom de l'autre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un procédé de destruction totale des matières organiques, pour la recherche des substances minérales toxiques* (1). Note de M. **A.-G. Pouchet**, présentée par M. Vulpian. (Extrait.)

« Ce procédé offre le grand avantage de réduire à leur minimum les pertes de substances minérales toxiques, et même, dans la plupart des cas, de les éviter entièrement, tout en arrivant à une destruction absolument complète des matières organiques. Il permet en outre de rechercher, dans le cours d'une seule opération, *toutes* les substances minérales toxiques qui peuvent se trouver mélangées à une matière organique ou organisée.

» Le principe de cette méthode repose sur ce fait, qu'il est possible de chauffer entre 300° et 400°, en présence de charbon ou de composés organiques, des éléments minéraux contenus dans un mélange d'acide sulfurique et de sulfate acide de potasse. Tandis qu'à cette température élevée les corps organiques se détruisent rapidement, le sulfate acide de potasse, toujours en grand excès, retient complètement les corps les plus facilement volatils ou décomposables, tels que les sels de mercure. Voici les principaux détails de l'opération.

» Une quantité variant de 100^{gr} à 500^{gr} de matière suspecte est mélangée, dans une grande capsule de porcelaine, à 25 pour 100 de son poids de sulfate acide de potasse parfaitement pur, puis additionnée de son propre poids d'acide azotique fumant. L'attaque, très violente au début, demande ensuite le concours d'une légère élévation de température.

---

(1) Travail du laboratoire de Chimie biologique de la Faculté de Médecine.

» C'est à cette première phase de l'opération qu'il convient de s'arrêter lorsqu'on a seulement en vue la recherche de l'*arsenic* ou de l'*antimoine* : je reviendrai tout à l'heure sur ce point.

» On ajoute alors de l'acide sulfurique pur (à 66° B.) en grand excès, de façon que toute la masse soit bien liquide, et l'on chauffe à une température voisine du point d'ébullition de l'acide sulfurique. Par un chauffage soutenu, et en ajoutant au besoin de l'acide sulfurique, tous les composés organiques qui pouvaient avoir échappé à l'action de l'acide azotique fumant sont détruits et le charbon est complètement oxydé : il se dégage, outre les vapeurs blanches d'acide sulfurique volatilisé, une grande quantité d'acide sulfureux, et le mélange prend peu à peu une teinte claire et devient limpide.

» Il est bon, pour détruire encore plus sûrement les dernières traces de produits organiques, de laisser refroidir la capsule et de projeter dans le liquide clair quelques cristaux de nitrate de potasse pur. En chauffant de nouveau, jusqu'à production d'abondantes vapeurs blanches d'acide sulfurique monohydraté, on doit obtenir finalement un liquide à peine coloré, se prenant en masse par le refroidissement et renfermant à l'état de sulfates, et en présence d'un grand excès d'acide sulfurique, tous les éléments minéraux contenus dans la matière suspecte.

» La masse saline, refroidie, est alors dissoute à l'ébullition dans l'eau ; la liqueur est amenée au volume de 1^{lit} environ (quand on opère sur 200^{gr} ou 300^{gr} de matière) et, *sans filtration préalable*, soumise à l'électrolyse à l'aide d'une pile de 4 éléments moyens de Bunsen ou d'une pile à gaz de Clamond. Cette dernière est préférable, à cause de la constance du courant.

» En se servant d'électrodes en platine, la lame située au pôle négatif se recouvre assez rapidement d'un enduit gris noirâtre ou métallique, suivant la nature du corps qui se dépose, et, si l'on a soin de laisser marcher l'électrolyse pendant un temps suffisant (vingt-quatre heures *au minimum*), il est possible d'effectuer le dosage du corps toxique lorsqu'il existe en quantité pondérable. Pour la recherche du *mercure*, une lame d'or doit être substituée à la lame de platine du pôle négatif.

» Si l'on a intérêt à effectuer la recherche de l'*arsenic* et de l'*antimoine*, on devra, après la première partie de l'opération et avant l'addition de l'acide sulfurique, traiter par l'eau bouillante la masse charbonneuse, refroidie et pulvérisée, et suivre alors très rigoureusement, pour cette solution aqueuse, la marche indiquée par M. le Dr Arm. Gautier (*Comptes rendus*, août 1875).

» Au moyen de ce procédé, en somme assez rapide, puisque l'on peut

en douze heures préparer une liqueur d'électrolyse en opérant sur 200^{gr} à 300^{gr} de matière suspecte, j'ai pu *doser*, dans un très grand nombre de recherches, des quantités de *plomb* ne dépassant pas souvent *un demi-milligramme pour cent grammes de matière première*, dans des conserves alimentaires et dans l'urine ou les divers organes (cerveau, moelle, foie, os, muscles) d'individus morts d'intoxication saturnine. J'ai pu constater aussi l'existence du mercure dans une analyse portant sur 200^{gr} de foie atteint de dégénérescence graisseuse auxquels j'avais ajouté un demi-milligramme de sublimé corrosif. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'envahissement du tissu pulmonaire par un champignon, dans la péripneumonie.* Note de M. **Poincaré.**

« La maladie que les vétérinaires désignent sous le nom de *péripneumonie* est tellement contagieuse, qu'on devait naturellement chercher à lui appliquer les idées modernes et la considérer comme étant le résultat d'un parasitisme spécial. C'est ainsi que Weiss et Zurn ont déclaré avoir rencontré, dans le tissu pulmonaire, de nombreux microcoques susceptibles de s'accoler bout à bout et de former des chapelets de mycothrix; qu'Hallier dit avoir obtenu, par la culture de ces microcoques sur différentes substances, un *Mucor mucedo* analogue à celui qu'il avait produit en cultivant le microcoque de la rougeole; que, plus récemment encore, MM. Bruylants et Verriest, de Bruxelles, viennent d'annoncer qu'ils ont trouvé, dans le liquide de la plèvre et dans celui qui imprègne le tissu pulmonaire, des granulations très ténues et très mobiles, qu'ils n'hésitent pas à regarder comme le ferment particulier de la péripneumonie.

» J'ai constaté, en effet, que le liquide qui s'écoule spontanément du poumon renferme des microbes offrant bien tous les caractères signalés par ces auteurs. Je les avais vus avant de connaître leur Mémoire; je les ai retrouvés encore dans quatre autopsies faites depuis. Mais l'existence constante des êtres de ce genre dans tous les liquides organiques, quelques minutes à peine après leur extraction, l'impossibilité où l'on est actuellement de trouver des différences de formes pour toutes les provenances, me semblent ne pas permettre encore d'assurer que, dans ce cas particulier, ils sont réellement les agents spéciaux de la contagion. Je ne nie nullement qu'il en soit ainsi; j'attends seulement des résultats plus positifs d'inoculation, car les microbes ne peuvent encore être jugés qu'à l'œuvre. Mais, en attendant, je crois devoir attirer l'attention des observateurs sur

une autre production, qui, si elle n'est pas la véritable cause de la maladie, à l'exclusion des microbes, contribue du moins à donner au poumon l'état anatomique si caractéristique qu'il offre chez les animaux atteints de péripneumonie.

» J'ai eu l'occasion, jusqu'à présent, d'examiner les poumons de huit vaches mortes de péripneumonie, dont six dans une écurie d'un village situé à 5^{km} de Nancy, et deux dans une écurie d'un faubourg de cette ville. Dans tous ces cas, j'ai retrouvé, à des degrés plus ou moins prononcés, les faits suivants :

» Les cavités bronchiques et pulmonaires sont à peu près comblées par un magma qui, au premier abord, semble être constitué par des cellules épithéliales et des noyaux. Du reste, la même prolifération nucléaire existe dans les zones hypertrophiées et œdématiées du tissu conjonctif. Mais, avec un peu d'attention, surtout si l'on emploie le réactif iodochlorure de zinc, on s'aperçoit très vite que, au milieu de ces magmas, se trouvent des débris provenant incontestablement de l'extérieur; des parcelles de paille, de foin, des grains d'amidon, etc. Ce premier genre d'accumulation indique seulement un haut degré de prostration ou de dépression du système nerveux, qui supprime les réflexes d'expulsion. Mais, à côté de ces cadavres végétaux, on rencontre des filaments appartenant à une production cryptogamique qui est vivante, et qui continue à manifester sa vitalité après la mort de l'animal. Le mycélium de ce parasite végétal paraît envahir le tissu pulmonaire dans toutes les directions, l'enlaçant dans les mailles de son réseau; c'est ce qui fait qu'on n'arrive à l'isoler que par lambeaux. Mais, sur le pourtour de la coupe, on voit toujours émerger, çà et là, des portions de filaments, brisés ou non; presque toujours, en laissant la coupe sous cloche ou même simplement entre les deux plaques de la préparation microscopique, dans un liquide aqueux, on constate, au bout d'un temps variable, que les fragments de mycélium s'allongent, se multiplient et forment un réseau libre ou plutôt non masqué. Ce développement posthume se produit même quand le tissu a été conservé quelque temps dans de la glycérine ou dans un mélange de chloroforme et d'eau. Toutefois, il se réalise mieux et plus fréquemment avec du tissu pulmonaire frais. Le milieu le plus convenable est incontestablement l'eau sucrée, parce que celle-ci fournit à l'alimentation du végétal.

» Les filaments du mycélium sont aplatis, ramifiés, non cloisonnés et présentent quelques vacuoles irrégulièrement disséminées. Les plus gros ont de $0^{mm},0067$ à $0^{mm},0084$; les moyens, $0^{mm},0049$; les plus fins, $0^{mm},0035$.

» Dans un examen immédiat, les fruits échappent facilement à l'œil de l'observateur, parce que, par leur forme, leurs dimensions et leur aspect général, ils se rapprochent beaucoup des cellules animales qui contribuent à combler les vésicules. Mais, si l'on place du tissu frais sous une cloche maintenue à une température voisine de la température animale, on perçoit, au bout de deux ou trois jours, en soulevant la cloche, une odeur très intense de moisissure. A dater de ce moment, on aperçoit, comparativement à ce qu'avait fourni un examen antérieur, une quantité si prodigieuse de petites sphères, à double contour et à contenu granuleux, qu'on ne saurait douter de leur formation par culture et les regarder comme des cellules animales, en voie de régression ou non. Après cette constatation, rien n'est plus facile que d'apercevoir, dans le tissu frais et non cultivé, la présence de ces mêmes éléments.

» Deux conditions sont évidemment nécessaires pour que ce champignon ait le droit d'être considéré comme la cause première de la maladie : 1° la production expérimentale de cette affection, par l'inoculation exclusive de ce cryptogame; 2° la présence constante de ce dernier, chez tous les sujets péripneumoniques. Je n'ai pu réaliser la première, parce que les deux propriétaires n'ont point consenti à des tentatives de ce genre, même présentées sous forme de mesure prophylactique, et parce qu'il m'a paru à peu près impossible d'isoler complètement le végétal du liquide où se montrent les microbes. Quant à la seconde, la meilleure manière de l'obtenir m'a paru être de provoquer des recherches dans toutes les localités où la péripneumonie viendrait à sévir, d'autant plus que des années peuvent se passer avant qu'une nouvelle occasion d'observer se présente à moi. Si les autres observateurs démontrent que le fait n'est point général, je ne pourrai plus attribuer ce que j'ai constaté qu'à la présence de spores particulières dans les deux écuries indiquées. Toutefois, les résultats ne pourront être déclarés négatifs qu'après l'emploi de la culture, qui rend le fait plus évident. »

M. Svilokossitch adresse une Note sur le problème du mouvement d'un système de points matériels qui s'attirent ou se repoussent en fonction de leurs distances respectives.

M. Senlecq adresse une Note sur des « transmissions téléphoniques sans fils conducteurs ».

M. F. Monnoyer adresse, par l'entremise de M. de Quatrefages, un « Essai d'une théorie des forces cosmiques, basée sur les mouvements de la matière pondérable seule ».

MM. Déclat et P. André adressent une Note sur les maladies infectieuses et les moyens de les combattre.

M. Daubrée présente, au nom de M. *Domeyko*, la troisième édition du « Traité de Minéralogie », dont la première édition a paru en 1854 et la deuxième en 1860:

» Dans cet Ouvrage, écrit en langue espagnole et publié à Santiago en 1879, l'auteur insiste sur les espèces minérales nombreuses et intéressantes qui ont été rencontrées au Chili, ainsi qu'en Bolivie, au Pérou et dans la République Argentine. Il se réfère ainsi, à chaque page, à ses recherches originales, telles que celles qui concernent les substances suivantes : argent bismuthal, cacheutéite (séléniure de plomb et d'argent), domeykite (arséniure de cuivre), nantoquite (sous-chlorure de cuivre), tocornalite (iodure d'argent mercurifère), daubréite (oxychlorure de bismuth), schwartzenbergite (oxychloroiodure de plomb), taznite (arsénio-antimoniate de bismuth), cuproschéelite, ainsi que les fers météoritiques ou holosidères du Chili.

» Par cette publication, M. Domeyko a rendu de nouveaux et éminents services à sa patrie d'adoption, où, avant lui, les Ouvrages de cette nature faisaient complètement défaut. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 janvier 1881.

(suite.)

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; Band XL, XLII. Wien, 1880; 2 vol. in-4°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der Königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften; Band XLVIII. München, 1880; in-4°.

On the systematic errors of the Greenwich north polar distances; by W.-H.-M. Christie. Sans lieu ni date; in-4°. (Reprinted from the *Memoirs of the royal astronomical Society.*)

On the spectrum of comet 1880 *D.* (*Hartwig's*); *by* W.-H.-M. Christie. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Reprinted from the *Monthly Notices of the royal astronomical Society.*)

The disestablishment of the Sun; by John Bland. London, Sprague and C°, 1880; in-12.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 janvier 1881.

Essai de Mécanique chimique fondée sur la Thermochimie; par M. Berthelot: *Supplément.* Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Question de l'Isère à Grenoble; par M. Dausse. Grenoble, impr. Baratier et Dardelet, 1881; br. in-8.

Statistique et constitution médicales au Havre en l'année 1879; *par le* D^r^ Ad. Lecadre. Paris, J.-B. Baillière, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours de Statistique de 1881.)

Nouvelle culture du blé; par X. Pinta. Arras, impr. Rohard-Courtin, 1880; br. in-8°. (Renvoi au Concours Morogues de 1883.)

Calculs des propulseurs hélicoïdaux; par M. Ch. Antoine. IIe Partie. Paris, Berger-Levrault, 1880; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Pronostic séricole du 15 *mars* 1880, *pour la Syrie; par* Ch. Trouyet. Beyrouth, 1880; br. in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXVIII, 1880-81; serie terza, Transunti, vol. V, fasc. 3°, seduta del 2 gennaio 1881. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

Atti del reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal novembre 1879 *all' ottobre* 1880; tomo sesto, serie quinta, disp. decima. Venezia, Antonelli, 1879-80; in-8°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, herausgegeben von der geologischen Commission der Schweiz naturforschenden Gesellschaft auf Kosten der Eidgenossenschaft. Zwanzigste Lieferung : *Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner-Oberland; von* Dr A. BALTZER. Bern, J. Dalp, 1880; 1 vol. in-4°, avec Atlas oblong. (Présenté par M. Daubrée.)

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. V, n° 1 : *The auriferous gravels of the Sierra Nevada of California. — The climatic changes of later geological times*, etc.; *by* J.-D. WHITNEY. Cambridge, 1880; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 JANVIER 1881.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce. T. XX, Ire et IIe Parties (nouvelle série). Paris, Impr. nationale, 1880; 2 vol. in-4°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1881. Bruxelles, F. Hayez, 1881; in-12.

Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1881. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-18.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 5e série, t. IV, 1879. Besançon, Dodivers et Cie, 1880; in-8°.

Recherches sur la faune des régions australes; par M. A. MILNE EDWARDS. Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Extrait de la *Bibliothèque de l'École des Hautes Études.*)

Traité de Botanique; par M. PH. VAN TIEGHEM. Fasc. I, pages 1 à 160. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Nouvelles méthodes d'analyse volumétrique pour le dosage rapide de l'argent, du mercure et de l'azote; par M. P. CHARPENTIER. Paris, impr. Capiomont et Renault, 1881; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils.*) (Présenté par M. Debray.)

Mémoires de la Société géologique de France; 3e série, t. I. V : *Mémoire sur les foraminifères fossiles de l'étage albien de Montcley (Doubs); par* M. BERTHELIN. Paris, au local de la Société, 1880; in-4°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubbli-

cato da B. BONCOMPAGNI ; t. XIII, marzo 1880. Roma, 1880; in-4°. (Présenté par M. Bertrand.)

Mineralogia; por J. DOMEYKO. Terza edicion. Santiago, libreria de Servat, 1879; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 janvier 1881.)

Page 182, ligne 7, *au lieu de* $\int x\,d\varphi$, *lisez* $\int x^{2n}d\varphi$.

» » 8, *au lieu de* $\int \frac{d\psi}{y}$, *lisez* $\int \frac{d\psi}{y^{2n+1}}$.

» » 8, *au lieu de* $\frac{\sqrt{1-y^2}}{y}$, *lisez* $\frac{\sqrt{1-y^2}}{y^{2n}}$.

Page 183, ligne 8, *au lieu de* (A_{n-1}), *lisez* $(A_n - 1)$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les photographies de nébuleuses;* par M. J. JANSSEN.

« Dans l'avant-dernière séance, j'ai présenté quelques remarques au sujet de la photographie de la nébuleuse d'Orion. Je viens préciser les idées que j'émettais à l'occasion de cette Communication.

» Je tiens d'abord à dire à l'Académie que j'applaudis plus que personne au résultat très important qui a été obtenu par l'éminent M. Draper, dont les beaux travaux sont bien connus de l'Académie.

» Mais je crois que les réflexions que j'ai à présenter sont indispensables pour bien préciser les difficultés de la question et indiquer avec quelles précautions, suivant moi, on doit aborder ces études.

» La question d'obtenir des nébuleuses des images inaltérables et fidèles pour léguer à l'avenir des termes sûrs de comparaison est une des plus importantes que l'Astronomie physique ait maintenant à se proposer. Cette question, en outre, est tout actuelle, car, en raison de la puissance des

instruments dont les observatoires disposent aujourd'hui et surtout avec les admirables progrès que la Photographie a réalisés tout récemment dans les procédés secs, nous sommes suffisamment armés pour aborder la solution de ce délicat problème.

» Aussi, à Meudon, ainsi que je le disais récemment à l'Académie, avons-nous déjà commencé des travaux dans cette direction et obtenu des résultats. Mais ces études, entreprises avec un petit télescope de voyage, ont surtout pour but d'étudier les méthodes, en attendant que nous puissions disposer des instruments que nous attendons et qui permettront d'obtenir des résultats plus complets, tout à fait dignes de publication.

» Néanmoins, ces études nous ont montré, comme je l'indiquais dans une précédente Communication, que, s'il est relativement facile d'obtenir une image photographique des parties les plus brillantes des nébuleuses, il est au contraire beaucoup plus difficile de réaliser de ces astres des images complètes et qui permettent de les considérer comme des termes sûrs de comparaison pour l'avenir.

» C'est qu'il y a ici une circonstance toute particulière qui influe sur les images photographiques et ne permet de les employer qu'avec de rigoureuses précautions.

» Cette circonstance réside dans la constitution toute spéciale de la nébuleuse.

» Une nébuleuse n'est pas un objet à contours arrêtés, comme le Soleil, la Lune, les planètes et les autres objets célestes. Son image présente l'aspect de nuages plus ou moins contournés et dont les diverses parties ont un pouvoir lumineux extrêmement variable. Il en résulte que, suivant la puissance de l'instrument, le temps de pose, la sensibilité de la plaque photographique, la transparence de l'atmosphère, etc., on obtient d'une même nébuleuse des images extrêmement différentes, souvent même des images qu'on ne soupçonnerait pas appartenir au même objet. Par exemple, si une nébuleuse présente des parties brillantes reliées à des portions plus sombres, et qu'on prenne de cette nébuleuse des images de poses très différentes, les images correspondant aux poses les plus courtes pourront ne montrer que les seules parties brillantes sans aucune trace des parties intermédiaires, figurant ainsi plusieurs nébuleuses distinctes. Les images de poses plus longues commenceront à montrer les parties moins lumineuses, et celle où le temps de l'action lumineuse aura été encore plus prolongée montrera la nébuleuse plus complète encore.

» C'est ainsi que nous avons obtenu, avec notre télescope de $0^m,50$ de diamètre et de $1^m,60$ de distance focale [1], trois photographies de la nébuleuse d'Orion, correspondant à des temps d'action lumineuse de 5^m, 10^m, 15^m et qui présentent des images d'aspects très différents. L'image de la nébuleuse, quand on passe de la pose la plus courte à la plus longue, tend à s'étendre et à se compléter [2]. Mais ce qu'il faut bien remarquer ici, c'est que nos moyens photographiques actuels ne nous permettent pas d'obtenir des nébuleuses des images aussi complètes que celles qui nous sont présentées par nos grands instruments d'optique oculaire. La constitution de ces objets célestes exige donc impérieusement que les photographies qui en seront prises, si l'on veut qu'elles puissent servir plus tard de base à des comparaisons certaines, que ces photographies, dis-je, soient prises dans des conditions optiques et photographiques rigoureusement définies.

» Ces conditions sont extrêmement difficiles à définir rigoureusement. Les plus simples sont celles qui se rapportent à la puissance optique de l'instrument et au temps de l'action lumineuse; mais les conditions qui visent le degré de sensibilité des plaques photographiques, la transparence de l'atmosphère pour les rayons actifs, sont beaucoup plus difficiles à apprécier.

» Si, par exemple, on a obtenu de la nébuleuse d'Orion une image photographique qui sera toujours plus ou moins complète et montrera certains détails de la structure de l'astre, sans en donner d'autres qui eussent demandé pour se produire, ou un instrument plus puissant, ou un degré de transparence photographique plus grand de l'atmosphère, ou des plaques plus sensibles, etc., comment pourra-t-on définir tous ces facteurs d'une manière assez rigoureuse pour permettre à l'observateur de l'avenir de se placer dans des conditions identiques, et d'avoir, en conséquence, le droit d'attribuer les différences accusées par son image à des changements véritables dans la structure de l'astre?

» Je sais qu'il est certains changements de l'image qu'on aurait toujours

(1) J'ai construit, en 1870, un télescope de très court foyer, comme celui dont il est question ici, et qui m'a servi, pendant l'éclipse de 1871, à mettre en évidence la véritable nature de la couronne. Ce genre de télescope permet de résoudre certaines questions spéciales qui ne pourraient pas être abordées par les télescopes ordinaires.

(2) Ces images sont placées sous les yeux de l'Académie.

le droit de considérer comme correspondant à des changements réels; mais, pour ces cas particuliers eux-mêmes, il faudrait une discussion bien délicate pour les mettre en évidence, et pour le reste on manquerait de toute espèce de base.

» Je pourrais citer comme exemple remarquable de ces variations les images photographiques de la couronne qui furent prises à Siam en 1875, pendant l'éclipse totale. M. le Dr Schuster dirigeait l'expédition anglaise, et ce savant disposait d'un appareil destiné à prendre des photographies de l'éclipse. Je le priai de prendre pendant la totalité plusieurs images de la couronne, en donnant à ces photographies des temps de pose variables comme les nombres 1, 2, 4, 8.

» Le résultat fut concluant : nous constatâmes que, dans chaque image, la hauteur de la couronne était différente et que chacune d'elles donnait une hauteur inexacte au phénomène. C'est que l'atmosphère coronale est une véritable nébulosité qui entoure le globe solaire et que le pouvoir lumineux de cette atmosphère décroît rapidement de la surface de l'astre vers les espaces. Dans ces conditions, qui oserait affirmer, d'après des photographies de la couronne prises à des époques différentes, et sans qu'on eût autrement défini les conditions de l'expérience, qui oserait affirmer, dis-je, que les différences que pourraient présenter ces images correspondent à une véritable variation dans la hauteur de cette enveloppe solaire ?

» Il est donc indispensable que les photographies de nébuleuses soient accompagnées d'une sorte de témoin qui exprime la résultante des conditions dans lesquelles l'image a été obtenue. Ce témoin, je le demande aux étoiles.

» Une étoile donne sur la plaque photographique placée au foyer de l'instrument un point noir ou sombre plus ou moins régulier. Ce point, à cause de ses petites dimensions, ne peut se prêter à aucune mesure photométrique, mais il en est tout autrement si, au lieu de placer la plaque au foyer, on la place un peu en dedans. On obtient alors un cercle de très petit diamètre, de teinte sensiblement uniforme (si la lunette est bonne), et dont on peut comparer le degré d'opacité avec des cercles de même origine. Il faut avoir soin de régler l'action lumineuse de manière que la teinte du cercle ne soit pas trop foncée et corresponde aux instants où la lumière produit les plus grandes variations possibles avec l'augmentation du temps de son action.

» Les degrés d'opacité de deux cercles ainsi obtenus peuvent être com-

parés par des procédés photométriques, mais on doit s'attacher à n'avoir à constater que l'égalité des teintes, afin d'éviter l'emploi de tables donnant les variations d'opacité en fonction de l'intensité lumineuse.

» Le diamètre du cercle se mesure soit directement, soit mieux par la connaissance de l'angle d'ouverture de l'instrument et celle de la distance de la plaque photographique au foyer.

» Il faut bien remarquer que, comme le degré d'opacité de ces cercles stellaires est influencé non seulement par le temps de l'action de la lumière, mais par toutes les circonstances de sensibilité des plaques, de transparence photographique de l'atmosphère, etc., ils peuvent être considérés comme une résultante de tous ces facteurs et constituent le témoin que nous cherchons. Si une photographie de nébuleuse est accompagnée de cinq ou six de ces cercles stellaires obtenus d'ailleurs dans les mêmes conditions qu'elle, ils permettront aux observateurs de l'avenir de se placer dans des conditions non pas semblables pour chacune d'elles, mais équivalentes dans leur résultat final, ce qui est le but cherché. Dans cette méthode, l'observateur qui voudrait obtenir une photographie d'un objet céleste susceptible de donner des images différentes avec les conditions de l'observation commencerait d'abord par chercher à déterminer le temps convenable pour obtenir les témoins dont nous parlons ; ce temps déterminé, qui pourra être d'ailleurs fort différent de celui qui a été employé pour obtenir la photographie à laquelle il s'agit de se comparer, sera néanmoins celui qui sera nécessaire pour se placer dans les conditions où l'image soit comparable.

» Il est clair d'ailleurs que, si les images de la nébuleuse qui doivent être comparées ne sont pas prises à la même échelle, il sera nécessaire que les mêmes rapports de grandeurs soient maintenus entre les cercles stellaires.

» Je n'ai voulu pour aujourd'hui qu'appeler l'attention des astronomes physiciens sur l'emploi de ces cercles stellaires. Ils ont dans ma pensée un rôle beaucoup plus étendu.

» D'après les études auxquelles je me suis livré, ils me paraissent constituer un moyen nouveau et très simple pour aborder l'étude du pouvoir photographique des étoiles et qui permettra de les classer en grandeurs à ce point de vue, comme elles l'ont été au point de vue oculaire.

» J'aurai l'honneur, dans une autre Communication, d'entretenir l'Académie des efforts que je fais pour asseoir les bases de cette étude. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation thermique des carbures pyrogénés.* Note de M. **Berthelot.**

« J'ai démontré que la benzine est formée depuis l'acétylène avec un dégagement de chaleur considérable :

$$3C^4H^2 = C^{12}H^6 \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +178^{Cal},3.$$

soit $+59^{Cal},4$ par équivalent d'acétylène polymérisé.

» Cela résulte de ce que l'acétylène est formé depuis les éléments avec une absorption de chaleur ($-61,1$) bien plus grande que la benzine (-5), d'après mes expériences.

» M. Rechenberg ayant récemment mesuré la chaleur de combustion et, par suite, la chaleur de formation de la naphtaline (-42) et de l'anthracène (-115), carbures qui sont engendrés également par la polymérisation de l'acétylène d'après mes expériences synthétiques, il m'a paru intéressant de calculer la chaleur dégagée par la formation de ces carbures à partir de l'acétylène.

» D'après ces nombres,

$$5C^4H^2 = C^{20}H^8 \text{ solide} + H^2, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +263^{Cal},5$$

soit $+52^{Cal},7$ par équivalent d'acétylène condensé. Ce chiffre doit être porté vers $+57^{Cal}$ environ pour l'hydrure de naphtaline ou pentacétylène $C^{20}H^{10}$, d'après les chiffres ($+21,1$ et $+22,8$) que j'ai obtenus pour la formation des hydrures d'éthylène et de propylène, au moyen de l'éthylène et du propylène respectivement.

» De même, l'hydrure d'anthracène ou heptacétylène et l'anthracène résultent, d'après mes expériences, de 7 molécules d'acétylène condensées. Or,

$$7C^4H^2 = C^{28}H^{10} \text{ (anthracène solide)} + 2H^2, \text{ dégage} \ldots \quad +312^{Cal},7,$$

et par conséquent

$$7C^4H^2 = C^{28}H^{14} \text{ solide dégagerait} \ldots \quad +355^{Cal} \text{ ou } +51^{Cal} \text{ environ}$$

en admettant les mêmes chiffres que précédemment pour chaque H^2 fixé sur l'anthracène; ou $+54^{Cal}$, si l'on préfère adopter une valeur voisine de la chaleur ($+66,8$) dégagée dans la transformation de l'acétylène en hydrure d'éthylène par une fixation semblable de $2H^2$.

» Tous ces nombres sont fort voisins : sans en garantir la valeur tout à fait rigoureuse, ils ne m'en ont pas moins paru intéressants à noter, comme expliquant la synthèse effective des carbures pyrogénés par l'acétylène, et comme montrant l'étroite parenté des carbures polyacétyléniques : ce qui rend ces nombres susceptibles de se prêter à de nouvelles prévisions.

» Pour mieux faire entendre combien est considérable le dégagement de chaleur développé par la condensation de l'acétylène, il suffira d'observer que chaque molécule d'acétylène, combinée dans la formation des carbures pyrogénés, développe une quantité de chaleur approchant de celle que produit l'union de l'oxygène, soit avec l'hydrogène pour former l'eau gazeuse ($+ 59^{Cal}$ pour O^2), soit avec l'éthylène pour former l'aldéhyde ($+ 55,4$) ou l'acide acétique ($+ 62,1 \times 2$ pour O^4). Une si grande perte d'énergie explique, je le répète, la synthèse directe, le caractère relativement saturé et la stabilité des carbures pyrogénés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques remarques sur les caractères des gaz et va peur organiques chlorés;* par M. **Berthelot**.

« On sait que la présence des composés chlorés volatils, tels que le chloroforme, dissous dans le sang ou dans les liquides organiques, peut être constatée en faisant passer leur vapeur, mélangée d'air et de vapeur d'eau, à travers un tube de porcelaine rougi au feu : le chlore devient en partie libre et se change en partie en acide chlorhydrique. Les gaz, dirigés ensuite dans une solution d'azotate d'argent, fournissent un précipité blanc caractéristique.

» L'action de l'étincelle électrique et celle de la combustion décomposent également les gaz organiques chlorés et les rendent susceptibles de précipiter l'azotate d'argent. Toutefois, j'ai eu occasion d'observer diverses causes d'erreur dans ce genre de recherches, dues à la présence de l'acide cyanhydrique et à celle de l'acétylène, et qu'il paraît utile de signaler.

» La présence de l'acide cyanhydrique entrave, en effet, la recherche du chlore et de l'acide chlorhydrique, parce que le cyanure d'argent ressemble beaucoup au chlorure d'argent et qu'il se forme pareillement aux dépens de l'azotate d'argent, même dans une liqueur fortement acidulée par l'acide azotique.

» L'acétylène précipite aussi l'azotate d'argent neutre, et même légèrement acide, en formant de l'acétylure d'argent.

» Or ces causes d'erreur ne sont pas purement théoriques : elles sont

particulièrement à craindre dans les cas où l'on opérerait la décomposition par le feu, en présence d'une quantité d'oxygène insuffisante pour brûler complètement les vapeurs hydrocarbonées. Il suffit que les gaz hydrocarbonés renferment un peu d'ammoniaque, composé qui se produit fréquemment dans la décomposition des substances animales, pour que l'acide cyanhydrique prenne naissance à la température rouge. Sous l'influence d'une série d'étincelles électriques, l'azote libre lui-même, en présence des gaz hydrocarbonés, se change en acide cyanhydrique.

» Quant à l'acétylène, il se produit, soit dans l'action de la chaleur rouge sur les vapeurs hydrocarbonées, soit dans leur combustion incomplète, soit enfin dans leur décomposition par les étincelles électriques. Il se forme, par exemple, si l'on emploie, pour rassembler le chloroforme supposé, un dissolvant riche en carbone, que l'on décompose ensuite par la chaleur rouge, ou par la combustion directe au contact de l'air. Il est facile de vérifier, dans ces diverses circonstances, et surtout si l'on opère la combustion à la surface d'une solution d'azotate d'argent, que les gaz obtenus peuvent précipiter l'azotate d'argent, même en l'absence totale du chlore.

» Il résulte de ces faits que la formation d'un précipité blanc dans l'azotate d'argent neutre ou légèrement acide, traversé par un courant gazeux, n'est pas un caractère suffisant du chlore ou de l'acide chlorhydrique.

» Voici comment ces diverses causes d'erreur peuvent être évitées. L'acétylure d'argent, une fois formé, ne se redissout pas immédiatement dans l'acide azotique étendu; mais il se dissout dans l'acide concentré et bouillant, et la liqueur, diluée ensuite avec de l'eau pure, demeure limpide. On peut même éviter que l'acétylure d'argent prenne naissance, en acidulant à l'avance et fortement par l'acide azotique la solution d'azotate d'argent, qui doit être traversée par les gaz.

» Mais cette précaution ne suffit pas contre l'acide cyanhydrique. Dans ce cas, il convient de dissoudre d'abord les gaz dans l'eau pure, puis de faire bouillir celle-ci quelque temps, afin de chasser l'acide cyanhydrique qu'elle peut avoir dissous. L'acétylène dissous est également éliminé par cette voie, après quelque temps d'ébullition. L'acide chlorhydrique, au contraire, demeure dans la liqueur, parce qu'il forme un hydrate moins volatil que l'eau pure. »

MINÉRALOGIE. — *Examen de matériaux provenant de quelques* forts vitrifiés *de la France; conclusions qui en résultent;* par M. **Daubrée.**

« On connaît sous le nom de *forts vitrifiés* des enceintes ou de simples débris de murs, dont les matériaux ont été soudés à l'aide du feu et qui se présentent dans diverses contrées. Ils reposent ordinairement sur des terrains anciens, cristallins ou autres, dépourvus de calcaire. Les matériaux qui ont servi à établir ces murs sont de natures diverses : granite, gneiss, quartzite, phyllade, basalte, etc. On ignore les circonstances dans lesquelles ces antiques et singuliers monuments ont subi une fusion partielle.

» *La Courbe (Orne).* — L'échantillon provenant du fort de la Courbe, près Argentan (Orne), qui m'a été remis par M. le général Prévost ([1]), est une substance à demi fondue, d'un brun verdâtre foncé, opaque, et ressemblant à certains laitiers; elle fait feu au briquet. On y remarque de nombreuses empreintes de bois caractérisés par leur texture et qui proviennent du combustible auquel est dû le ramollissement.

» Une plaque mince a montré, comme on pouvait s'y attendre, que la substance est sans action sur la lumière polarisée. Des octaèdres transparents y sont disséminés en grand nombre; ce sont probablement des spinelles, comme ceux dont il sera question plus loin.

» Ailleurs, il y a des cristaux ayant les formes ordinaires, les groupements (macle et striage), la couleur et les caractères physiques de la humboldtilite naturelle.

» Une analyse faite au bureau d'essais de l'École des Mines a donné le résultat suivant :

Silice	63,00
Alumine	18,30
Peroxyde de fer	5,00
Chaux	2,80
Magnésie	0,80
Potasse	2,10
Soude	7,60
Chlorure de sodium	0,20
Total	99,80

» D'après la prédominance de silice et d'alumine et la présence du

([1]) Prévost, *Mémoire sur les forts vitrifiés.* Saumur, 1863, brochure de 47 pages.

chlorure de sodium, on doit croire que la fusion a été obtenue en ajoutant du sel marin à un silicate d'alumine, tel que les argiles et les schistes en contiennent. En présence de la silice, le chlorure de sodium se décompose si l'eau intervient : il est donc probable que la soude fixée à l'état de silicate, dans une proportion qui atteint 7,60 pour 100, dérive du chlorure de sodium ajouté qui a subi une décomposition.

» En déduisant de la composition totale la soude, on trouve la composition suivante, qui est, en effet, celle de certains phyllades ou argiles :

Silice	68,478
Alumine	19,891
Peroxyde de fer	5,433
Chaux	3,000
Magnésie	0,820
Potasse	2,280
Total	99,902

» *Sainte-Suzanne* (*Mayenne*). — M. le général Prévost ([1]) m'a aussi communiqué un échantillon provenant du fort vitrifié qui est situé sur les bords de l'Erve, à Sainte-Suzanne (Mayenne). C'est une substance vitreuse, boursouflée ou très bulleuse, très fragile, d'un gris verdâtre, ressemblant à un verre de bouteille et qui empâte des morceaux de quartzite à texture granulaire. Les cavités arrondies dont la substance est criblée, et qui résultent évidemment d'un dégagement de gaz, ne sont qu'à quelques millimètres de distance les unes des autres, et elles atteignent $0^m,005$ de diamètre.

» L'analyse qui suit a été faite, comme la précédente, au bureau d'essais de l'École des Mines :

Silice	71,00
Alumine	13,00
Peroxyde de fer	3,30
Chaux	traces
Magnésie	traces
Potasse	traces
Soude	12,22
Chlorure de sodium	traces
Total	99,52

» Une pareille teneur en soude contraste avec la composition des

([1]) Prévost, Ouvrage précité.

roches silicatées. D'après l'exemple fourni par le fort de la Courbe, il paraît probable que le verre du fort de Sainte-Suzanne a été, comme le premier, obtenu par l'addition de la soude à une substance argileuse.

» Déduction faite de la soude, le verre dont il s'agit présente, en effet, les éléments suivants :

Silice	81,32
Alumine	14,80
Peroxyde de fer	3,70
Chaux	traces
Magnésie	traces
Potasse	traces
Total	99,82

» *Châteauvieux et Puy-de-Gaudy* (*Creuse*). — Les roches vitrifiées de ces localités sont de nature granitique; elles ont subi des altérations variables, depuis une simple désagrégation et une fritte jusqu'à des états qui accusent une température très élevée.

» Au Puy-de-Gaudy (Ribandelle), près Guéret, où M. le comte de Cessac a recueilli des échantillons qu'il a eu l'obligeance de me remettre, le granite qui a servi à la construction est constitué d'orthose blanc, d'oligoclase, de quartz peu apparent et de mica noir.

» Les échantillons envoyés sont parfois, malgré leurs petites dimensions, entièrement enveloppés d'une substance fondue, ordinairement brunâtre, rarement blanchâtre et mamelonnée. Certains de ces blocs pourraient être pris pour des scories volcaniques.

» Si l'on brise les échantillons, on reconnaît que l'intérieur est de nature toute différente et rappelle le granite, malgré l'état d'altération des divers éléments. Tout le mica a disparu et se trouve remplacé par une matière brune, opaque, très fortement boursouflée; le feldspath est souvent comme *étonné*.

» Parmi les fragments de granite, de $0^m,02$ à $0^m,03$, très fortement soudés entre eux, qui composent un échantillon, il en est qui ont conservé leurs formes anguleuses, tandis que d'autres se sont plus ou moins courbés sous l'influence combinée de la chaleur et de la pression.

» On y voit de grandes plages, composées de bandes maclées suivant la loi de l'albite et à peu près inaltérées. A côté de ces parties et du feldspath orthose resté actif sur la lumière polarisée, on rencontre des substances vitreuses, inactives et fusibles, qui, à la manière d'un pyromètre, montrent que le feldspath a atteint la température de fusion.

» Sous l'action de la haute température subie, le granite a donné naissance à divers cristaux remarquables par leur netteté et par leur identité avec des minéraux naturels. Les uns, qui sont innombrables, sont en octaèdres réguliers, tantôt opaques, tantôt transparents, et consistent en spinelle pléonaste. D'autres, réunis en géodes dans les boursouflures du mica fondu, sont des microlithes incolores, en macles binaires, à couleur pâle de polarisation, s'éteignant sous des angles qui vont jusqu'à 25°. Il est probable que ces microlithes sont feldspathiques et consistent, en partie, en feldspath du sixième système.

» Le mica renferme de petites quantités de fluor, souvent au-dessous d'un centième. Dans sa fusion il émet du fluorure de silicium, dont le dégagement explique la formation des bulles dans le verre ainsi produit. Les petits cristaux feldspathiques qui tapissent ces mêmes bulles doivent être attribués à cet agent énergique.

» *Observations.* — Ce qui précède suffit pour montrer que ce n'est pas par un procédé unique qu'on est arrivé, à défaut de chaux, à cimenter les matériaux des forts vitrifiés. Les moyens de se servir de la chaleur et de la fusion ont varié et selon les circonstances et suivant les matériaux naturels auxquels on s'adressait.

» L'opération offrait une difficulté extrêmement grande lorsqu'on est parvenu à ramollir et même à fondre partiellement le granite, comme on le voit à Châteauroux, au puy de Gaudy et au camp de Péran.

» Tout d'abord, comme cause des effets observés, écartons la supposition d'un incendie accidentel ou provoqué en dehors des besoins mêmes de la construction. Il suffit pour cela de constater ce qui s'est produit sur des murs granitiques à la suite de grands incendies.

» Au camp de Péran, il est vrai, on a, d'après M. Desnoyers, la preuve que des poutres qui faisaient partie de la construction ont été carbonisées sur place; mais, si le fort a subi un incendie, cet incendie ne peut avoir causé les grands effets calorifiques que l'on observe; il leur est postérieur.

» Pour ramollir une roche aussi réfractaire que le granite, pour fondre son mica et quelquefois même son feldspath sur des épaisseurs de plusieurs mètres, il a fallu une intention formelle, et, en outre, cette volonté a dû être servie par des efforts habiles et prolongés, ainsi que par une quantité considérable de combustible.

» Il est facile de s'en convaincre en essayant d'imiter les effets que nous observons; même en petit, et en s'aidant des ressources qu'offrent les laboratoires, on n'y arrive qu'à grand'peine.

» L'addition qu'on aurait pu faire d'un fondant, tel que des cendres de bois, des matières alcalines, du sel marin, du spath fluor, aurait, il est vrai, beaucoup aidé la fusion; mais, dans le cas qui nous occupe, on n'a pas eu recours à cet auxiliaire de la chaleur.

» C'est ce que démontre l'analyse de deux granites provenant du Puy-de-Gaudy, profondément transformés par la chaleur et qui se rapprochent de la composition d'un granite moyen.

» Il convient aussi de noter l'absence du fluor et du bore, qui ont été spécialement recherchés, à cause du rôle de ces corps comme fondants, fréquemment mis à profit, depuis bien des siècles, dans le traitement des minerais métalliques.

» Si, comme il a été supposé, les anciens constructeurs avaient voulu faire usage de fondants, ils auraient sans doute opéré sur le granite désagrégé ou réduit en arène par un commencement de décomposition, tel qu'il s'en trouve partout, car c'est sous cet état que la matière se prête bien à un mélange analogue, sauf pour la matière première, à ceux qui ont été réalisés à la Courbe et à Sainte-Suzanne.

» Mais ce n'est pas le granite pulvérulent qui a servi à la construction: c'est le granite cohérent, brisé en fragments de dimensions linéaires de plusieurs décimètres. On le reconnaît clairement au Puy-de-Gaudy, à Châteauvieux, au camp de Péran, la forme des fragments n'ayant pas ordinairement disparu et le grain caractéristique du granite s'étant conservé malgré le ramollissement.

» Les fragments sont d'ailleurs uniformément transformés. Considérés dans leur cassure, ils ont le même aspect vers leur centre qu'à peu de millimètres de la surface. Cette dernière circonstance, rapprochée de la faible conductibilité des roches pierreuses pour la chaleur, dénote que la température a été nécessairement de longue durée. On ne s'est donc pas contenté de souder entre eux les fragments par une fusion superficielle, qui aurait pu suffire; ces fragments ont été ramollis dans toutes leurs parties internes par une surabondance, une sorte de luxe de chaleur.

» Comment a-t-on pu arriver à de tels résultats, qui supposent des procédés aussi puissants?

» Ce qui a été dit plus haut montre suffisamment que les foyers ne devaient pas être placés extérieurement aux murs; car les parties centrales sont quelquefois plus avancées vers la fusion que les parties externes. Si l'on avait chauffé extérieurement, il y aurait une diminution d'intensité à

partir de la paroi externe vers l'intérieur, lors même que la chaleur aurait duré assez longtemps pour y pénétrer.

» Des effets aussi énergiques n'ont pu être obtenus qu'à l'aide d'un foyer intérieur, qui portait la chaleur dans toute l'épaisseur de la masse, comme dans la méthode dite *flamande* de cuisson des briques.

» Non seulement on pouvait ménager des canaux de tirage intérieur, mais aussi s'aider d'un courant d'air forcé. On sait en effet que l'usage du soufflet remonte au moins à l'époque de la première fabrication du fer.

» Les auteurs de ces constructions granitiques, au lieu d'apporter des briques faites d'avance et qu'il aurait fallu ensuite cimenter entre elles, préféraient recourir aux opérations dont il vient d'être question, quelque compliquées qu'elles nous paraissent.

» On voit que, en dehors de l'intérêt que présentent les forts au point de vue technique et archéologique, ils sont remarquables aussi pour le minéralogiste et le géologue, à raison de l'influence de la chaleur sur la formation de plusieurs espèces minérales : spinelle, humboldtilite et probablement feldspath triclinique. Le fluorure de silicium dégagé du mica paraît avoir agi ici comme dans les expériences de M. Hautefeuille. Ainsi, il y a bien des siècles, les constructeurs des forts vitrifiés, précurseurs inconscients dans une voie féconde, reproduisaient à leur insu des minéraux que l'on n'est parvenu à imiter dans les laboratoires que dans ces derniers temps.

» En résumé, le ramollissement et la fusion des matériaux qui constituent les forts vitrifiés, particulièrement ceux de la Creuse et des Côtes-du-Nord, qui sont formés de granite, dénotent chez leurs auteurs une habileté surprenante et la connaissance du maniement du feu, qualité qu'ils ont d'ailleurs manifestée maintes fois dans des opérations métallurgiques extrêmement anciennes. »

ART DES CONSTRUCTIONS, MÉCANIQUE ET HYDRAULIQUE APPLIQUÉES. — *Sur le grand canal de l'Est et sur les machines établies pour en assurer l'alimentation.* Note de M. L. LALANNE.

« En déposant sur le bureau, au nom de M. Alfred Picard, le bel Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Alimentation du canal » de la Marne au Rhin et du canal de l'Est », je prie l'Académie de me permettre de donner, sur la grande œuvre qui a été l'occasion et l'origine

de ce Livre, quelques détails encore peu connus et de nature à l'intéresser à plus d'un point de vue.

» Avant 1870, la navigation intérieure de notre région de l'Est s'opérait sur deux importantes artères : l'une, le canal du Rhône au Rhin, à peu près parallèle à la frontière; l'autre, le canal de la Marne au Rhin, sensiblement perpendiculaire à cette frontière. Toutes deux aboutissaient à Strasbourg et, par la rivière d'Ill, au grand fleuve limite séculaire de la Gaule et de la Germanie. La guerre fatale de 1870, en reculant notre frontière jusqu'aux Vosges, a coupé les extrémités de ces voies convergentes, nous enlevant un grand arc formé aux dépens des deux lignes et dont la direction générale du Nord à l'Est et au Sud passe par ou près Moussey, Gondrexange, Sarrebourg, Saverne, Strasbourg, Schlestadt, Colmar, Mulhouse et Valdieu, à l'Est de Belfort. Il ne pouvait plus être question de commercer avec Strasbourg, dont on est séparé par un parcours de plus de 100^{km}, placé tout entier sous un joug étranger. Le mouvement sur les tronçons qui nous restent était donc restreint, se réduisant à un trafic local. Il pouvait même être entièrement paralysé sur le canal de la Marne au Rhin, car le point de partage de Gondrexange à la traversée des Vosges est aux mains des Allemands, et l'alimentation des biefs du versant occidental de la chaîne, resté français, devenait précaire. Une convention internationale, il est vrai, était intervenue relativement au partage des eaux et assure à notre versant de la Meurthe $1^{m},60$ de tirant d'eau, sauf pendant le chômage annuel; mais l'utilité en était singulièrement amoindrie par une double cause. Les Allemands établissent leurs chômages pendant la saison des basses eaux, plus favorable à l'exécution des travaux de réparation. L'Administration française, au contraire, soucieuse des intérêts commerciaux, a depuis longtemps adopté, pour la région de l'Est, l'usage des chômages d'hiver, malgré l'aggravation notable des difficultés et des dépenses qu'ils entraînent pour les travaux. Elle s'est en outre décidée à porter à 2^{m} effectifs le tirant d'eau de toutes les lignes navigables, qui n'était jusqu'alors que de $1^{m},60$. Le chômage au bief de partage d'un côté, l'augmentation de la dépense d'eau due à l'accroissement du mouillage d'autre part, auraient donc rendu absolument insuffisante, pendant toute la période estivale, l'alimentation dispensée d'une manière parcimonieuse par le bief de partage.

» Mais une grande idée vint à surgir, sous la pression même de la triste situation qui nous était faite. Un habile ingénieur, M. Frécot, aujourd'hui inspecteur général des Ponts et Chaussées, conçut le projet de rétablir, en

arrière et parallèlement à la nouvelle frontière, des voies navigables de nature à remplacer avantageusement au profit du territoire mutilé les voies interceptées à notre détriment. On reprenait ainsi l'antique tradition qui attribue à Lucius Vetus, campé aux frontières de la Germanie pendant le règne de Néron, l'intention d'opérer la jonction de la Méditerranée et de la mer du Nord par le moyen d'un canal entre la Moselle et la Saône. On la complétait par la jonction à la Meuse améliorée, en empruntant d'ailleurs sur 20^{km} de longueur une partie du canal de la Marne au Rhin. Le nouveau canal de l'Est ainsi conçu commence sur la Meuse, à la frontière belge, un peu au-dessous de Givet, dessert Mézières, Sedan, Commercy, Toul, Nancy (par un embranchement), passe près d'Épinal, et aboutit à Port-sur-Saône, offrant un développement de 468^{km} de longueur, y compris l'emprunt de 20^{km} fait au canal de la Marne au Rhin, sans compter la courte branche de Nancy, dont l'établissement a permis de pourvoir économiquement cette ville d'une nouvelle distribution d'eau.

» La dépense totale devait s'élever à 100 millions. Ce n'était pas payer trop cher, assurément, l'établissement d'une artère pareille, qui établit la jonction, du Sud au Nord et de l'Ouest à l'Est, entre les extrémités de notre territoire mutilé, et qui offrirait, au besoin, sur une partie au moins de son parcours, une formidable ligne de défense. Mais les caisses de l'État, des départements et des villes étaient vides; le pays occupé par l'ennemi était épuisé ; il fallait pourvoir à la rançon qui nous était imposée.

» On ne s'arrêta devant aucun de ces obstacles. Aidé par un personnel d'élite, M. Frécot, soutenu aussi par le concours actif d'un ingénieur qui, à la suite des services rendus pendant la guerre, occupait une haute situation politique, M. Varroy, ne tarda pas à faire reconnaître à tous l'utilité de l'entreprise. Mettant à profit une des dispositions de la loi libérale du 10 août 1871, qui autorise les départements à s'entendre pour assurer l'exécution des travaux d'un intérêt commun, les cinq départements traversés par la ligne projetée constituèrent un syndicat qui se chargea de l'avance des fonds nécessaires. Ces fonds étaient empruntés par le syndicat à un taux supérieur à celui que l'État payait pour les avances qu'on lui faisait ainsi, et qu'il ne devait rembourser que par des payements échelonnés sur un espace de vingt ans. Un péage de $0^{fr},005$ par tonne et par kilomètre était entièrement affecté au remboursement de la différence d'intérêts et, pour le cas d'insuffisance présumée, les villes et les principaux industriels de la contrée vinrent apporter leur concours et s'engager à combler, s'il y avait lieu, le déficit annuel. Cette énergie au lendemain

des plus affreux revers, ces patriotiques efforts ne tardèrent pas à produire leurs effets et à recevoir leur récompense. Les travaux commencés successivement sur toute l'étendue de la ligne sont complètement achevés depuis plus d'un an sur le cours de la Meuse jusqu'au canal de la Marne au Rhin. Ils sont très avancés des deux côtés du grand bief de partage de Bouzey près d'Épinal, à la traversée de la chaîne des monts Faucilles, et l'œuvre entière sera terminée dans moins de deux ans. Les houilles belges peuvent donc venir directement, depuis quelque temps déjà, alimenter les usines à fer du groupe de Nancy; en retour, nous livrons des pierres, bientôt sans doute du minerai. Les produits bruts ou fabriqués de ce bassin si riche sont expédiés en France dans toutes les directions. Et tous ces avantages ont été acquis sans qu'on ait été obligé de faire appel aux garanties si généreusement souscrites par les populations de l'Est. La prospérité de nos finances permet à l'État d'effectuer aujourd'hui le remboursement anticipé des avances faites par le syndicat; une loi de 1880 a autorisé le Trésor à se libérer avant les termes d'échéance convenus.

» On a rencontré dans l'exécution de ce grand travail des difficultés, notamment dans la partie supérieure de la vallée de la Meuse, où les terrains à entamer étaient de très mauvaise nature. Mais la plus grande de toutes les difficultés consiste surtout à assurer à une ligne navigable et à ses dépendances un approvisionnement d'eau suffisant. L'évaporation, l'imbibition, les fuites à travers les fissures du terrain et les entre-bâillements des portes d'écluse, la consommation à laquelle donnent lieu les éclusées sur les deux versants d'un bief de partage sont autant de causes qui affament le bief. La dernière surtout, à mesure que l'activité de la navigation augmente, peut la rendre impossible. Les ressources alimentaires paraissent devoir être suffisantes au point de partage de Bouzey; elles ne l'étaient pas à Void, sur le tronçon emprunté au canal de la Marne au Rhin, qui sert en même temps de point de partage au canal de l'Est, car on descend de ce bief jusqu'à Toul, pour remonter ensuite la Moselle jusqu'à la hauteur d'Épinal. Il fallait donc pourvoir à une insuffisance qui existait déjà pour le versant de la Meuse du canal de la Marne au Rhin et qui aurait été singulièrement aggravée par les exigences de la navigation sur le canal de l'Est. On a évalué à 1^{m} par seconde le volume supplémentaire nécessaire à ce tronçon et aux biefs qui s'y rattachent, tant que le trafic annuel n'y excédera pas 600000 à 700000 tonnes, ce qui n'aura guère lieu avant une dizaine d'années.

» On a adopté, pour remédier à cette insuffisance, un parti que les res-

sources de l'art moderne tendent à rendre usuel : celui d'une alimentation artificielle, à l'aide de machines mues soit par l'eau, soit par la vapeur.

» Deux grandes usines hydrauliques ont été établies, l'une à Valcourt, l'autre à Pierre-Labreiche, dans la vallée de la Moselle. La force motrice, pour l'une comme pour l'autre, est empruntée à la chute de barrages établis dans la Moselle canalisée; elle s'élève à 320 chevaux-vapeur pour la première, à 270 pour la seconde. L'eau montée se déverse à la partie supérieure du tuyau ascensionnel, dans une simple rigole alimentaire. La chute du barrage agit sur deux turbines du système Girard modifié par feu M. Callon, ingénieur civil. La force transmise sur le pourtour de l'arbre de la turbine a été trouvée de 0,75 à 0,80 de la force motrice; elle n'est pas descendue à moins de 0,65, mesurée en eau montée : résultats très satisfaisants et qu'il est rare d'obtenir. Un mécanisme ingénieux communique le mouvement de la turbine aux pompes, sans engrenages, à l'aide d'un essieu coudé. Ces pompes sont à pistons plongeurs, animés d'une vitesse de $0^{m},40$ par seconde. Le refoulement s'opère jusqu'à 40^{m} de hauteur; des réservoirs d'air jouent leur rôle ordinaire pour assurer la régularité des efforts dans la colonne d'aspiration comme dans la colonne de refoulement.

» A Vacon, où la force motrice naturelle manquait, on a établi des machines à vapeur de la force de 250 chevaux, mesurée en effet réellement produit par l'eau montée. On a adopté un mode de distribution dérivé du système Ingliss et, comme dans les machines hydrauliques, une action directe du moteur sur les pistons des pompes. La marche a lieu sous une pression de 5^{atm} à grande détente, avec une vitesse moyenne de piston de $1^{m},70$ par seconde, vitesse exceptionnelle et précisément égale à l'étendue de la course, qui est de $1^{m},70$, ce qui donne trente coups complets par minute. Les clapets sont du système Girard, modifiés en ce sens qu'au lieu de couvrir une ouverture centrale ils s'appliquent sur une ouverture annulaire concentrique à leur axe. Leur mouvement est réglé de manière que l'ouverture et la fermeture ne s'opèrent que graduellement. Grâce à ces perfectionnements et aux soins qui ont présidé à la construction, les machines ne consomment pas plus de 1^{kg} de charbon par force de cheval et par heure.

» Le bief du canal de la Marne au Rhin qui forme bief de partage pour le canal de l'Est étant ainsi alimenté à ses deux extrémités, les ingénieurs ont eu l'heureuse idée d'y organiser l'alimentation de manière à développer des courants alternatifs dirigés dans le sens de la marche des bateaux

à la traversée du souterrain de Foug et à accélérer ainsi la progression de ces bateaux. La vitesse de ces courants est de 300^m environ par heure.

» Les habiles ingénieurs chargés des projets et de l'exécution de ces travaux ont pensé que de pareilles installations devaient être mises à profit pour fournir à la Science et à l'Art des données expérimentales; aussi ont-ils préparé par de longues études préliminaires et fait ensuite avec le plus grand soin les expériences qui ont déterminé les chiffres exacts des rendements. Pour les machines hydrauliques, surtout, il y a des difficultés particulières consistant à jauger très exactement le débit du canal d'amenée de l'eau motrice. On n'a donc pas admis les procédés empiriques d'approximation, dont peut se contenter l'industrie privée, mais que ne comportait plus une expérience d'un caractère scientifique tentée avec les ressources dont dispose un grand service public.

» On a taré d'abord avec d'extrêmes précautions les instruments qu'on voulait employer à mesurer la vitesse du courant en différents points de la section mouillée. On n'a pas tardé à reconnaître que le tube de Pitot, même modifié par Darcy, donnait lieu à de grandes difficultés de lecture pour les vitesses ordinaires et ne pouvait fournir d'indications utiles qu'à de grandes vitesses qui ne devaient pas se produire dans les expériences. Le moulinet de Woltmann, au contraire, a donné d'excellents résultats. Les lectures y ont été faciles, et la variation du coefficient qui lie le nombre de tours à la vitesse réelle du courant a marché suivant une loi très régulière.

» Les canaux où coulait le liquide ont été disposés suivant des gabarits très réguliers, à parois tantôt maçonnées, tantôt formées de simples berges en terre, nues ou herbées. Préalablement aux expériences, on a opéré avec des règles très exactement graduées le mesurage des diverses dimensions en un certain nombre de profils, suffisamment rapprochés; on a divisé la section de chacun d'eux en rectangles et en trapèzes au moyen d'un quadrillage régulier et l'on a observé la vitesse au moyen du moulinet au centre de chacune des divisions de ce quadrillage. Ce n'est qu'après un grand nombre d'expériences dont les données ont été mises à profit qu'on a introduit des simplifications dans cette manière d'opérer si rigoureuse. Les eaux élevées par les machines étant reçues d'abord dans des rigoles servant de réservoirs et préalablement jaugées, on a pu, par l'observation du temps nécessaire au remplissage, calculer exactement l'effet utile en eau montée. On a été à même d'employer aussi le jaugeage par déversoirs, et, par la comparaison avec le mesurage direct des volumes, de vérifier les formules de M. Lesbros.

» On a mis encore à profit ce champ d'expériences intéressantes pour contrôler les coefficients obtenus par MM. Darcy et Bazin. On n'a trouvé de différences sensibles, ni pour les rigoles à parois maçonnées ni pour les rigoles à parois de terre non herbées. Pour les rigoles herbées, au contraire, l'influence retardatrice de la paroi est réellement très appréciable. Quant aux tuyaux neufs de gros diamètre, le frottement des parois intérieures a paru devoir être mesuré par un coefficient qui est la moyenne entre ceux que MM. Darcy et Bazin avaient obtenus pour les tuyaux neufs et pour les vieux. Le degré d'impureté de l'eau exerce, sur la vitesse d'écoulement, toutes choses égales d'ailleurs, une influence qui ne paraît pas avoir été indiquée par ces habiles ingénieurs. Les eaux chargées de matières limoneuses en suspension s'écoulent moins vite que les eaux pures.

» L'alimentation artificielle de ces belles lignes navigables de l'Est ne dispense pas de l'alimentation naturelle que fournissent de vastes approvisionnements d'eau. On a donc projeté deux grands réservoirs. L'un, celui de Paroy, près de la nouvelle frontière, ne contient pas moins de 1 800 000^{mc}. Il est établi au milieu de la formation géologique des marnes irisées, sur un terrain tout à fait imperméable; les eaux y sont soutenues par une levée en terre, d'une hauteur maximum de 6^{m},50, doublée intérieurement d'un corroi argilo-sablonneux revêtu de maçonnerie, et disposée par gradins successifs interrompus par des banquettes. Les eaux pluviales suffisent pour remplir ce réservoir.

» Un autre réservoir d'environ 7 000 000^{mc}, qui doit alimenter à la fois le canal de l'Est, la basse Meuse et une partie du canal de la Marne au Rhin, est projeté à Aouze, sur la haute Meuse, près de Neufchâteau, chef-lieu de sous-préfecture. L'eau qui en coulera par le lit de la Meuse sera, à la rencontre du dernier de ces canaux, remontée par des pompes à vapeur à une hauteur d'environ 5^{m},50 dans le bief de partage formé par le tronçon commun avec le canal de l'Est.

» La publication de M. Picard donne la description complète et les dessins d'ensemble de ces ouvrages et des machines employées à l'alimentation du nouveau réseau navigable de l'Est; il fait connaître le détail des expériences dont on vient d'exposer les principaux résultats, et paraît se rattacher dignement à l'histoire de la grande œuvre qui y a donné naissance. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude des actions du Soleil et de la Lune, dans quelques phénomènes terrestres.* Mémoire de M. **Bouquet de la Grye**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Dans un Mémoire présenté l'an dernier à l'Académie, j'ai montré qu'il existe une relation entre la pression barométrique observée à Brest et les positions de la Lune et du Soleil, et que d'autres relations lient la vitesse et la direction du vent, observées dans la même localité, aux influences luni-solaires. Les résultats indiqués s'appuyaient sur 25 années d'observations, comprenant 150 000 données; ils avaient été obtenus par de simples moyennes.

» Pour séparer les actions relatives à chacune des coordonnées des astres, c'est-à-dire, pour serrer de plus près le problème que j'avais essayé de résoudre, j'ai eu recours à la formation d'équations où les forces qui agissent dans les phénomènes en question sont exprimées par des séries trigonométriques.

» L'étude actuelle contient le développement de cette manière de traiter la recherche des actions extra-terrestres.

» Dans la première Partie, j'indique les raisons qui militent en faveur d'une représentation empirique, et je montre qu'il est avantageux de comprendre dans les équations des données relatives à plusieurs classes de phénomènes.

» J'ai placé ainsi successivement, dans les seconds membres des équations, 22 séries de chiffres correspondant, à des faits différents, ce qui fournit en réalité 30 000 équations distinctes.

» Ces équations sont de la forme suivante :

$$i^3 f(\sin v, \cos v) + i'^3 f'(\sin v', \cos v') + i^3 i'^3 \, \mathrm{F}(\sin v, \cos v)\, \mathrm{F}'(\sin v', \cos v')\, \Phi(\sin Æ \cos Æ, \sin Æ' \cos Æ'),$$

en appelant i, i' les inverses des distances des astres considérés à la Terre, v, v' leurs déclinaisons, Æ, Æ' leurs ascensions droites.

» Le développement des séries est poussé, pour le Soleil, jusqu'à

$\sin 24v$ et $\cos 24v$; mais diverses considérations me font limiter le nombre total des termes à 41, en éliminant tous ceux qui ne représentent pas des formes géométriques bien distinctes.

» J'indique alors les corrections qui doivent être apportées à chacune des données, avant de l'introduire dans l'équation correspondante.

» En ce qui regarde les marées de Brest, ces corrections sont compliquées; elles ont trait : 1° aux variations des coordonnées des astres d'un jour à l'autre; 2° à la durée variable de l'intervalle compris entre les levers de la marée, correction exprimée par un terme de la forme $20^{mm} \sin 2(Æ' - Æ - \eta)$; 3° à la différence de la pression barométrique d'un jour à l'autre; 4° à la différence d'action du vent.

» D'autres termes de correction dépendent également de la grandeur de cette pression barométrique et de l'influence du vent; mais comme, après vérification, j'ai reconnu que le coefficient employé pour la correction de la pression était erroné et que, d'autre part, il n'existait point de loi reliant la direction et la vitesse du vent, au niveau de la mer, j'ai dû ajouter, dans le premier membre, de nouveaux termes relatifs à ces actions perturbatrices, en rangeant leurs coefficients au nombre de ceux à déterminer.

» La deuxième Partie du Mémoire expose la méthode suivie pour la recherche des 700 coefficients des formules considérées.

» Le nombre des équations étant tel, que la méthode des moindres carrés est inapplicable, par suite de la longueur des calculs, et que la méthode de Cauchy elle-même aurait demandé plusieurs années de travail, j'ai dû modifier cette dernière, tout en me conformant à son esprit, de façon à obtenir, par l'addition des équations premières, groupées de plusieurs façons, des équations finales où les inconnues, obtenues par substitution, restent multipliées par des coefficients maxima.

» L'erreur du résultat est diminuée en raison directe de la grandeur de ces coefficients.

» Je donne alors les résultats de l'élimination en ce qui concerne la marée de Brest.

» L'onde solaire *annuelle* se trouve représentée, dans ce port, par la formule

$$i'^3(-41^{mm},1 \sin 4v' + 3^{mm},1 \sin 8v' - 7^{mm},4 \cos 8v' + 3^{mm},1 \sin 16v' + 5^{mm},1 \cos 16v' - 5^{mm},4 \cos 20v' - 2^{mm},2 \sin 24v' - 1^{mm},4 \cos 24v' + 10^{mm},6 \sin 2L\odot - 30^{mm},5 \cos L\odot);$$

j'indique la valeur de l'erreur probable des coefficients les plus grands.

» Un Tableau donne ensuite les sommations de tous les termes, pour tous les jours de l'année; chiffres qui s'écartent beaucoup des résultats antérieurs, dus à Laplace, mais diffèrent moins de ceux du consciencieux ingénieur Chazallon.

» La formule des ondes lunaires *mensuelles*, résultant de nos calculs, est

$$i^3(6^{mm},7 + 0^{mm},9 \sin 4v - 12^{mm},5 \cos 4v + 1^{mm},5 \sin 8v - 3^{mm},2 \cos 8v - 3^{mm},1 \sin 12v + 3^{mm},6 \cos 12v);$$

elle donne de valeurs moins grandes que celles indiquées par Laplace et par Chazallon.

» D'autres termes, non prévus par la théorie, dépendent de la distance angulaire du Soleil et de la Lune; ils sont compris dans la formule

$$i^3 i'^3[-1^{mm},8 \sin(Æ' - Æ) + 7^{mm},6 \cos(Æ' - Æ) + 1^{mm},2 \sin v \sin v' \sin(Æ' - Æ) + 0^{mm},9 \cos 4v \cos 4v' \sin(Æ' - Æ) - 10^{mm},9 \cos 4v \cos 4v' \cos(Æ' - Æ)].$$

» La correction de la pression barométrique est représentée par

$$+14^{mm},59(p - P) - 0^{mm},56(p - P)^2,$$

en appelant P la pression moyenne et p la pression actuelle.

» Je trouve, pour formule de correction due à l'influence du vent,

$$V[0^{mm},89 - 10^{mm},18 \cos(\psi - 86^{\circ},7) + 0^{mm},96 \cos 2(\psi + 11^{\circ},3)],$$

en appelant V la vitesse du vent et ψ l'angle formé par sa direction, compté positivement de l'est vers le nord.

» Des Tables sont données pour ces dernières corrections.

» Cette étude, dont j'abrège l'exposé, se termine par l'évaluation du niveau moyen de la mer à Brest, pendant la période qui commence en 1834 et finit en 1878.

» Je montre que la densité de l'eau intervient, comme cause perturbatrice du niveau de la mer à Brest; puis évaluant la correction due à la quantité d'eau de pluie, recueillie dans l'udomètre de l'observatoire de la Marine, j'arrive à trouver, comme résultat final, un exhaussement apparent du sol, qui s'élève en moyenne à $0^{m},001$ environ par année pour la période où nous avons des observations marégraphiques.

» Je donnerai prochainement les lois qui relient les influences luni-solaires, tant à la pression barométrique observée à Brest et dans quatorze

autres points du globe, qu'à la direction de l'aiguille aimantée, et en même temps les formules qui rattachent la direction et la vitesse du vent à la pression barométrique et aux influences extra-terrestres. »

M. A. **Fauré** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Debrun** adresse une Note relative à un système de « bougies inextinguibles » pour la production de la lumière électrique.

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

CORRESPONDANCE.

L'**Académie des Sciences naturelles et Arts de Barcelone** exprime les profonds regrets qu'elle a éprouvés en apprenant la mort de notre illustre confrère M. *Michel Chasles*.

M. O. **Heer**, M. D. **Clos**, nommés Correspondants pour la Section de Botanique, adressent leurs remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observation des Perséides à l'Observatoire de Toulouse en* 1880. Note de M. B. **Baillaud**.

« Les conditions atmosphériques n'ont pas permis d'observer à Toulouse, en 1880, d'autre essaim d'étoiles filantes que celui des Perséides. Ce dernier a donné une pluie d'étoiles assez abondante; il a été observé les 9, 10 et 11 août par MM. E. Jean, Ch. Fabre et Saint-Blancat. Voici le relevé du nombre des astéroïdes aperçus pendant ces trois nuits :

Nuit du 9 au 10 août.

h m h m		h m h m		h m h m	
10.40 à 11. 0...	13	12.40 à 13. 0...	17	14.20 à 14.40...	26
11.20 à 11.40...	14	13. 0 à 13.20...	28	15. 0 à 15.20...	32
11.40 à 12. 0...	12	13.20 à 13.40...	46	15.20 à 15.40...	13
12. 0 à 12.10...	6	13.40 à 14. 0...	29		
12.20 à 12.40...	19	14. 0 à 14.20...	49		

Nuit du 10 au 11 août.

h m h m		h m h m		h m h m	
9. 0 à 9.15...	24	11.15 à 11.30...	25	13.30 à 13.45...	21
9.15 à 9.30...	10	11.30 à 11.45...	21	13.45 à 14. 0...	47
9.30 à 9.45...	15	11.45 à 12. 0...	25	14. 0 à 14.15...	55
9.45 à 10. 0...	15	12. 0 à 12.15...	25	14.15 à 14.30...	50
10. 0 à 10.15...	23	12.15 à 12.30...	27	14.30 à 14.45...	42
10.15 à 10.30...	20	12.30 à 12.45...	27	14.45 à 15. 0...	53
10.30 à 10.45...	25	12.45 à 13. 0...	21	15. 0 à 15.15...	27
10.45 à 11. 0...	29	13. 0 à 13.15...	18	15.15 à 15.30...	29
11. 0 à 11.15...	25	13.15 à 13.30...	12	15.30 à 15.45...	13

Nuit du 11 au 12 août.

h m h m		h m h m		h m h m	
10.15 à 10.30...	5	12. 0 à 12.15...	5	13.45 à 14. 0...	4
10.30 à 10.45...	7	12.15 à 12.30...	3	14. 0 à 14.15...	5
10.45 à 11. 0...	12	12.30 à 12.45...	6	14.15 à 14.30...	10
11. 0 à 11.15...	10	12.45 à 13. 0...	6	14.30 à 14.45...	20
11.15 à 11.30...	10	13. 0 à 13.15...	5	14.45 à 15. 0...	10
11.30 à 11.45...	10	13.15 à 13.30...	4		
11.45 à 12. 0...	8	13.30 à 13.45...	4		

En tout 1172 étoiles filantes. Le maximum a eu lieu dans la nuit du 10 août, entre 14^h et 15^h. Les trajectoires étaient généralement très courtes, et leurs extrémités assez éloignées du point radiant. Quatre-vingt-trois des plus longues ont été tracées sur une Carte. J'ai déterminé par le calcul le point radiant en suivant la marche employée par M. Tisserand en 1875. J'ai formé l'équation relative à chaque trajectoire et j'ai résolu par la méthode de Cauchy les quatre-vingt-trois équations ainsi obtenues. J'ai déduit des résidus les distances normales du point radiant trouvé aux diverses trajectoires. La considération de ces distances et des signes des termes des équations correspondantes a montré immédiatement que sept trajectoires n'appartenaient pas aux Perséides et que les autres se séparaient en deux groupes principaux, et j'ai repris la résolution des équations de chaque groupe. Je suis ainsi arrivé à grouper, d'une part quarante-six équations, et d'autre part dix-neuf, correspondant à des points radiants assez différents. Les coordonnées du premier sont

$$\alpha = 42°37', \quad \delta = 56°39',$$

celles du second

$$\alpha = 60°39', \quad \delta = 62°4'.$$

Les distances de ces deux points radiants aux trajectoires correspondantes sont toutes inférieures à 3°.

» Des onze autres trajectoires, six se rattachent plutôt au premier point radiant qu'au second, et sont aux distances suivantes du premier,

6°,7, 6°,2, 6°,2, 4°,8, 7°,2, 4°,8,

et cinq se rattachent plutôt au second qu'au premier et sont aux distances suivantes du second,

5°,0, 3°,6, 4°,5, 5°,5, 5°,5.

Ces onze trajectoires peuvent appartenir à d'autres points radiants secondaires, ou bien les différences proviennent d'erreurs d'observation bien facilement explicables, puisque les point radiants étaient très éloignés des extrémités de la partie visible de chacune de ces trajectoires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les modes de transformation qui conservent les lignes de courbure.* Note de M. G. **Darboux**.

« Dans un travail antérieur [1] j'ai énoncé le théorème suivant :

« Étant donnée une surface (Σ), on lui adjoint une sphère fixe (S), et l'on construit toutes les sphères tangentes à la surface et coupant (S) sous un angle constant α. Par l'intersection de chacune de ces sphères et de (S) on fait passer de nouvelles sphères coupant (S) sous un angle constant β. Ces nouvelles sphères enveloppent une surface (Σ_1), correspondante point par point à (Σ) avec conservation des lignes de courbure. Les points correspondants sur les deux surfaces sont sur des cercles normaux à la fois aux deux surfaces et à la sphère (S). »

» Cette proposition donnait un moyen nouveau de réaliser un mode de transformation des surfaces avec conservation des lignes de courbure, auquel M. Ribaucour avait consacré quelques lignes dans une Communication faite à l'Académie en 1870 *sur la déformation des surfaces.* J'ajoutais le théorème suivant :

« Considérons une surface (Σ), enveloppe d'une série de sphères variables (U) coupant sous des angles quelconques la sphère (S). A chacune des sphères (U) coupant (S) sous un angle que j'appelle φ on fait correspondre une sphère (U_1) passant par l'intersection de (S)

---

(1) *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques,* p. 254-255.

et de (U), et coupant (S) sous un angle φ_1 déterminé par l'équation

$$(1) \qquad \frac{\cos\varphi - \cos\varphi_1}{1 - \cos\varphi\cos\varphi_1} = h \quad [1].$$

Alors les nouvelles sphères (U_1) enveloppent une surface (Σ_1) qui correspond point par point à (Σ) avec conservation des lignes de courbure. Si l'on assujettit les sphères (U) tangentes à (Σ) à couper (S) sous un angle constant, φ sera constant; il en sera de même de φ_1, en vertu de l'équation précédente, et l'on retrouve le théorème donné plus haut. »

» Ce qui caractérise cette nouvelle proposition, c'est qu'elle n'impose aucune autre condition aux sphères (U) que celle d'être tangentes à la surface (Σ). La surface transformée ne dépend que de (Σ), de (S) et de la constante h. On rencontre un fait analogue dans la théorie des surfaces parallèles, et, si l'on considère toutes les sphères tangentes à une surface (Σ), on en déduit, en conservant leurs centres et en augmentant leurs rayons d'une même quantité, toutes les sphères tangentes à une des surfaces parallèles à (Σ). La transformation de sphères définie dans notre deuxième proposition est moins simple que la précédente; mais elle offre l'avantage d'être plus générale, puisqu'elle dépend de la constante h et des quatre paramètres qui déterminent la position de (S).

» Supposons, en particulier, que la sphère (S) se réduise à un plan (π). Alors à tout plan (P) correspondra un plan (P') passant par l'intersection de (π) et de (P), et les angles φ, φ' que font les plans (P), (P') avec (π) seront liés par la relation (1). Il n'est pas difficile de reconnaître, dans cette transformation d'un plan dans un autre, celle qui a été étudiée récemment par M. Laguerre sous le nom de *transformation par directions réciproques*. On voit qu'elle est comprise dans la transformation de sphères qui est définie par notre deuxième proposition.

» Je n'ai rappelé ces résultats que pour arriver à la proposition qui est l'objet principal de cette Communication. Je vais montrer, conformément à un théorème général de M. S. Lie [2], que la transformation proposée en premier lieu par M. Ribaucour se ramène à des dilatations (passage d'une surface à la surface parallèle) et à des transformations par rayons vecteurs réciproques.

---

[1] Ou mieux $\tang\frac{\varphi}{2} = \tang\frac{\varphi_1}{2}\sqrt{\frac{1-h}{1+h}}$.

[2] S. Lie, *Ueber Complexe, insbesondere Linien-und Kugel-Complexe* (*Mathematische Annalen*, t. V, p. 186).

» A cet effet, considérons la transformation de sphères précédemment définie. Je vais montrer que, lorsque la sphère (S) dont elle dépend est une véritable sphère et ne se réduit pas à un plan, il existe toujours un rayon ρ tel, que toutes les sphères de rayon ρ ont pour transformées, quelle que soit leur position par rapport à (S), des sphères de rayon égal à $-\rho$.

» Désignons par R le rayon de (S). Soient (U), (U′) deux sphères de rayons ρ, $-\rho$, coupant (S) suivant le même cercle. Si l'on appelle φ, φ' les angles sous lesquels ces sphères coupent (S), on établira sans peine la relation

$$\frac{\sin^2\varphi}{R^2+\rho^2-2R\rho\cos\varphi}=\frac{\sin^2\varphi'}{R^2+\rho^2+2R\rho\cos\varphi'},$$

d'où l'on déduit

$$\frac{\cos\varphi-\cos\varphi'}{1-\cos\varphi\cos\varphi'}=\frac{2R\rho}{R^2+\rho^2}.$$

Cette relation est de même forme que la formule (1). Il suffira donc de déterminer ρ par l'équation

$$\frac{2R\rho}{R^2+\rho^2}=h.$$

Alors les sphères (U), (U′) seront correspondantes dans la transformation définie par notre deuxième proposition. J'ajoute que leurs centres, situé en ligne droite avec le centre de (S), seront *inverses* par rapport à la sphère (S′), concentrique à (S) et de rayon $\sqrt{R^2-\rho^2}$.

» D'après cela, soient (Σ) une surface quelconque et (Σ') sa transformée. Si l'on prend toutes les sphères (U) de rayon ρ tangentes à (Σ), elles auront pour transformées des sphères (U′) de rayon $-\rho$, tangentes à (Σ'). Les surfaces (Θ), (Θ'), lieux des centres des sphères (U), (U′), seront évidemment parallèles respectivement à (Σ) et à (Σ'), et, d'après ce qui vient d'être démontré, elles seront inverses l'une de l'autre par rapport à la sphère (S′). On voit donc que l'on peut passer de (Σ) à (Σ') : 1° par une dilatation qui transforme (Σ) en (Θ); 2° par une inversion par rapport à la sphère auxiliaire (S′), inversion qui transforme (Θ) en (Θ'); 3° enfin par une nouvelle dilatation qui transforme (Θ') en (Σ').

» Dans le cas spécial où la sphère (S) se réduirait à un plan, il faudrait commencer par effectuer une inversion quelconque sur l'ensemble de la figure.

» Je terminerai en remarquant que la recherche des modes de tranformation des surfaces avec conservation des lignes de courbure est liée de la manière la plus étroite avec celle des systèmes orthogonaux. Toutes les fois

que l'on aura trouvé un système triple orthogonal dont une surface quelconque puisse faire partie, on en déduira un mode de transformation des surfaces avec conservation des lignes de courbure. Dans un Mémoire inséré aux *Annales de l'École Normale* (2e série, t. VII, p. 118), j'ai indiqué un moyen de former un système orthogonal contenant quatre fonctions arbitraires d'une seule variable indépendante et dont peut faire partie une surface quelconque. Les méthodes de transformation qui en résultent se ramènent également à des dilatations et à des inversions successivement opérées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires simultanées, à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature d'un même produit algébrique irrationnel.* Note de M. **Göran Dillner**, présentée par M. Hermite.

« Si $a_1, \ldots, a_k$ désignent des constantes, et que l'on pose le produit

$$(1)\qquad f(x) = (x-a_1)\ldots(x-a_k),$$

alors, d'après ma Note précédente [1], en conservant les mêmes notations, on aura l'intégrale suivante, $\xi_1, \ldots, \xi_\mu$ étant des constantes,

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \sum_{r=1}^{r=\mu} \mathrm{M}_r \int_{\xi_r}^{x_r} \frac{\psi(x_r)\,dx_r}{f(x_r)\,\mathrm{P}(x_r)^{\frac{1}{n}}} &= \frac{\psi(a_1)}{f'(a_1)\,\mathrm{P}(a_1)^{\frac{1}{n}}} \sum_{r=1}^{r=n} \varepsilon_r \log(z_1-\varepsilon_r) + \ldots \\ &\quad + \frac{\psi(a_k)}{f'(a_k)\,\mathrm{P}(a_k)^{\frac{1}{n}}} \sum_{r=1}^{r=n} \varepsilon_r \log(z_k-\varepsilon_r) + \text{const.}, \end{aligned}\right.$$

où l'on a posé

$$(3)\qquad z_r = \frac{\mathrm{P}(a_r)^{\frac{1}{n}}}{\varphi(a_r)} = \frac{1}{\left[1-\frac{\mathrm{G}\,\Pi(a_r)}{\mathrm{P}(a_r)}\right]^{\frac{1}{n}}} \qquad (r=1,2,\ldots,k),$$

et où l'on suppose le degré du produit $f(x)\,\varphi(x)$ supérieur à celui de $\psi(x)$.

» En désignant par J la partie variable du second membre de la formule (2) et par J_0 la valeur de la même quantité pour

$$x_r = \xi_r \quad (r=1, 2, \ldots, \mu),$$

(1) *Comptes rendus*, même volume, p. 235.

cette formule s'écrira

$$(4)\qquad \sum_{r=1}^{r=\mu} M_r \int_{\xi_r}^{x_r} \frac{\psi(x_r)\,dx_r}{f(x_r)\,P(x_r)^{\frac{1}{n}}} = J - J_0.$$

» Maintenant, en posant

$$(5)\qquad y_r = e^{X_r + M_r \int_{\xi_r}^{x_r} \frac{\psi(x_r)\,dx_r}{f(x_r)\,P(x_r)^{\frac{1}{n}}}} \qquad (r = 1, 2, \ldots, \mu),$$

où

$$(6)\qquad X_r = \int_{\xi_r}^{x_r} \mathfrak{A}_r(x_r)\,dx_r \qquad (r = 1, 2, \ldots, \mu),$$

$\mathfrak{A}_1(x_1), \ldots, \mathfrak{A}_\mu(x_\mu)$ étant des fonctions rationnelles, et, par suite, $X_1, \ldots, X_\mu$ des sommes de fonctions logarithmiques et rationnelles, on aura le système suivant d'équations différentielles linéaires simultanées correspondantes,

$$(7)\qquad \frac{d^n y_r}{dx_r^n} + p_1^{(r)} \frac{d^{n-1} y_r}{dx_r^{n-1}} + \ldots + p_{n-1}^{(r)} \frac{dy_r}{dx_r} + p_n^{(r)} y_r = 0 \qquad (r = 1, 2, \ldots, \mu),$$

les coefficients $p_1^{(r)}, \ldots, p_{n-1}^{(r)}, p_n^{(r)}$ étant des fonctions rationnelles de x_r. Le produit des μ solutions (5) de ces μ équations prendra, à l'aide de (4), la forme suivante, où le signe d'intégration a disparu,

$$(8)\qquad y_1 y_2 \ldots y_\mu = e^{\sum_{r=1}^{r=\mu} X_r + J - J_0},$$

les quantités $x_1, \ldots, x_\mu$ devant satisfaire aux résultats d'élimination des $(M_1 + \ldots + M_r)$ équations (13) de la Note déjà citée.

» Ces résultats s'étendront sans difficulté au cas où une ou plusieurs des racines $a_1, \ldots, a_k$, dans la formule (1), sont multiples. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété que possède le produit des k intégrales de k équations différentielles linéaires, à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature, respectivement, de k fonctions rationnelles de la variable indépendante et d'une même irrationnalité algébrique;* par M. G. **Dillner**.

« MM. Hermite, Picard et Brioschi ([1]) ont envisagé une propriété remarquable du produit des intégrales de deux équations différentielles linéaires

([1]) Voir le *Compte rendu* du 15 novembre 1880.

du second ordre. Cette propriété est un cas très particulier d'un théorème général qui se déduit de la manière suivante.

» Posons, à cet effet, d'après la formule (9) de ma Note insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 2 novembre 1880, les k intégrales suivantes,

$$(1)\quad y_r = e^{\int f_r(x,\,\mathfrak{B})\,dx} = e^{\int\left[A_1^{(r)}\left(\frac{C}{B}\right)^{n-1}+\ldots+A_{n-1}^{(r)}\frac{C}{B}+A_n^{(r)}\right]dx}\quad (r=1,2,\ldots,k)\,(^1),$$

où $f_1(x, \mathfrak{B})$, ..., $f_k(x, \mathfrak{B})$ sont des fonctions rationnelles de la variable indépendante x et d'une même irrationnalité algébrique $\mathfrak{B} = CB^{-1}$ [*voir* la formule (1) de la Note citée], et où $A_1^{(r)}$, ..., $A_{n-1}^{(r)}$, $A_n^{(r)}$ sont des fonctions rationnelles de x, et soient

$$(2)\quad \frac{d^n y_r}{dx^n} + p_1^{(r)}\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_{n-1}^{(r)}\frac{dy_r}{dx} + p_n^{(r)} y_r = 0 \quad (r=1, 2, \ldots, k)$$

les k équations différentielles linéaires correspondantes, les coefficients $p_1^{(r)}$, ..., $p_{n-1}^{(r)}$, $p_n^{(r)}$ étant des fonctions rationnelles de x; alors le produit ζ de ces k intégrales aura la forme

$$(3)\qquad \zeta = y_1 y_2 \ldots y_k = e^{\int\left[S_1\left(\frac{C}{B}\right)^{n-1}+\ldots+S_{n-1}\frac{C}{B}+S_n\right]dx},$$

où l'on a posé

$$(4)\qquad S_r = A_r^{(1)} + \ldots + A_r^{(k)} \quad (r = 1, 2, \ldots, n),$$

les coefficients S_1, ..., S_n étant ainsi des fonctions rationnelles de x. Donc *le produit ζ sera lui-même l'intégrale d'une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels déterminés, équation qui est d'ordre n ou d'un ordre supérieur* (*voir* la remarque I de la Note citée). »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Le problème des restes dans l'Ouvrage chinois* Swan-king *de Sun-tsze et dans l'Ouvrage* Ta-yen-lei-schu *de Yih-hing.* Note de M. L. **Matthiessen**.

« La règle de Sun-tsze est présentée en quatre lignes rimées, puis développée par la solution du problème suivant :

» *Un nombre divisé par* 3 *donne pour reste* 2; *divisé par* 5, *il donne* 3, *et par* 7 *il donne* 2 : *quel est le nombre?*

(1) La généralité de la formule citée n'est pas diminuée en posant $A = 1$, puisque l'intégrale $\int A_n dx$ contient, en général, une partie logarithmique.

» Dans un Commentaire de Tsin, qui date de la fin de la dynastie des Sung, c'est-à-dire du XIIIe siècle, le « calcul du développement » est expliqué plus clairement. On prend le produit des trois diviseurs 3, 5, 7, et l'on obtient 105, appelé *yen-mu* ou « développement premier ». Si l'on divise le nombre par le « nombre premier déterminé, » ting-mu, qui est ici le nombre 7, le quotient 15 est le « nombre de développement » ou yen-su. Ce nombre 15 divisé par 7 donne pour reste 1 (qui est le « multiplicateur » ou tsching-suh); multiplié par le multiplicateur 1, le nombre 15 donne pour produit le « nombre auxiliaire » ou yeng-su 15. C'est pourquoi Sun-tsze dit précédemment : « Pour 1 obtenu par 7, écrivez 15. » On obtient de la même manière les autres nombres auxiliaires. $105:5$ ou 21 est le deuxième nombre de développement; $21:5$ donne pour reste 1 (qui est le multiplicateur), et 21×1 ou 21 est le deuxième nombre auxiliaire. De même, $105:3 = 35$, qui, divisé par 3, donne pour reste 1 (si l'on prend le multiplicateur 2), et le troisième nombre auxiliaire est 35×2 ou 70; par conséquent, pour 1 obtenu par 3, mettez 70.

» La méthode remarquable précédemment développée a été de nouveau inventée par M. Gauss (voir *Disquis. arithm.*, § XXXIV).

» Le Livre de Yih-hing, nommé *Ta-yen-lei-sihu*, a eu une grande célébrité, et il a été commenté par le même Tsin-Kin-Tschaou dans un Livre de deux Parties, chacune de neuf Chapitres.

» Le premier Chapitre de la première Partie traite une généralisation de la méthode de Sun-tsze par rapport à des modules non relativement premiers. Il part des quatre nombres principaux 1, 2, 3, 4 pour calculer le « nombre de développement » 50 et le « nombre auxiliaire » 49. On forme avec ces nombres les produits suivants :

$$\begin{aligned} 1 \times 2 \times 3 \times 4 &= 24, \\ 1 \times 3 \times 4 &= 12, \\ 1 \times 2 \times 4 &= 8, \\ 1 \times 2 \times 3 &= 6. \end{aligned}$$

» Ces produits sont ensuite disposés, comme nombres de développement, en deux séries, avec les quatre nombres principaux, savoir :

Nombres principaux....................	1	2	3	4
Nombres de développement.............	24	12	8	6

» La somme des quatre derniers donne le « grand nombre de développement » 50; le produit de deux quelconques de ces nombres placés l'un au-

dessus de l'autre forme toujours 24. Le nombre trouvé 50 ne peut pas servir directement de nombre auxiliaire dans la continuation du calcul ([1]). C'est pourquoi les divers produits obtenus avec l'un quelconque des nombres principaux et le nombre de développement sont divisés par le diviseur commun 2, de telle sorte que, dans les deux séries suivantes, le produit d'un nombre premier avec le nombre de développement placé au-dessus de lui soit égal à 12, savoir :

Nombres relativement premiers...........	1	1	3	4
Nombres de développement.............	12	12	4	3

» Maintenant on retranche, autant qu'on le peut, du nombre de développement le nombre relativement premier placé au-dessus, jusqu'à ce qu'on obtienne le reste 1 :

Nombres relativement premiers............	1	1	3	4
Multiplicateurs (restes) ([2])................	1	1	1	3

» Dans la suite du calcul, les multiplicateurs (restes) sont employés comme multiplicateurs des nombres de développement trouvés en dernier lieu, 12, 12, 4, 3, d'où résultent les séries suivantes :

Nombres relativement premiers..........	1	1	3	4
Nombres de développement auxiliaires.....	12	12	4	9

» Alors, puisque le second nombre principal 2 a déjà été précédemment réduit à 1, et le second nombre de développement 12 laissé invariable, le second nombre de développement auxiliaire 12 y est ajouté; les autres restent invariables, d'où résultent les séries suivantes :

Nombres principaux....................	1	2	3	4
Nombres auxiliaires déterminés..........	12	24	4	9

» La somme de la dernière série fournit 49, nommé le nombre auxiliaire, comme il est dit précédemment.

» Il peut être établi le théorème suivant :

» *Soient* M *le produit des modules arbitraires* $m_1, m_2, \ldots, m_n$, *et leur multiple*

([1]) Savoir, parce que les nombres de développement ont le diviseur commun 2.

([2]) Ce lieu est aussi corrompu par la mésintelligence du traducteur tout comme au même lieu de la méthode de Sun-tsze. Il faut dire : on multiplie le nombre de développement par des nombres principaux 1, 2, 3, 4, 5, ..., jusqu'à ce que l'on trouve le reste 1 pour la division par le nombre placé au-dessus.

commun le plus petit $m = 1^p 1^q \ldots 2^r 3^s 5^t \ldots = \mu_1 \mu_2 \ldots \mu_n$. *Alors on cherche les nombres de développement auxiliaires* α, β, γ, ..., *qui satisfont aux congruences suivantes :*

$$m_1 \equiv 0 \pmod{\mu_1},$$
$$m_2 \equiv 0 \pmod{\mu_2},$$
$$m_3 \equiv 0 \pmod{\mu_3},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\alpha \equiv 0 \left(\bmod \frac{m}{\mu_1}\right), \qquad \alpha \equiv 1 \pmod{\mu_1},$$
$$\beta \equiv 0 \left(\bmod \frac{m}{\mu_2}\right), \qquad \beta \equiv 1 \pmod{\mu_2},$$
$$\gamma \equiv 0 \left(\bmod \frac{m}{\mu_3}\right), \qquad \gamma \equiv 1 \pmod{\mu_3},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Or on pourra établir

$$N \equiv \alpha r_1 + \beta r_2 + \gamma r_3 + \ldots \pmod{m},$$

ou généralement

$$N = \Sigma r_1 \alpha(1 + m_1 - \mu_1) - mu,$$

μ désignant un nombre entier arbitraire.

» Or, si le problème est soluble, il est nécessaire que toutes les congruences proposées satisfassent à la congruence

$$r_p \equiv r_q \; [\bmod \delta(m_p, m_q)],$$

δ désignant le diviseur commun le plus grand de deux modules m_p et m_q.

» Nous soumettons la démonstration de ce théorème à l'examen des mathématiciens. »

ACOUSTIQUE. — *Sur un phénomène particulier de résonnance.* Note de M. E. GRIPON, présentée par M. Jamin.

« J'ai annoncé, le 2 avril 1880, dans une séance de la réunion des Sociétés savantes à la Sorbonne, qu'un diapason rendant un son simple fait résonner des masses d'air qui, mises en vibration, produisent un son compris dans la série harmonique du son du diapason. Dans tout autre cas, la résonnance est très faible et souvent négligeable.

» Avec un diapason do^3 de 512 vibrations simples on fait résonner des tuyaux ouverts ou bouchés qui rendent par eux-mêmes les sons do^3, do^4,

sol^4, *do*^{5}, *mi*^{5}. On entend le deuxième harmonique *do*^{4} du tuyau *fa*^{2} et même l'harmonique *mi*^{4} du tuyau *la*^{2}.

» J'ai fait ces expériences avec des tuyaux d'orgue, avec de simples tubes de zinc ouverts aux deux bouts, avec un tube de verre bouché par une colonne d'eau dont on fait varier progressivement la longueur. L'expérience réussit également avec les résonnateurs sphériques de M. Helmholtz. On peut, en approchant le même diapason de l'orifice, faire vibrer les résonnateurs *do*^{4}, *sol*^{4}, *do*^{5}. Seulement on remarque dans toutes ces expériences que plus on s'élève dans l'ordre des harmoniques et plus l'amplitude des vibrations du diapason doit être grande.

» En faisant résonner un grand diapason *do*^{2} de 256 vibrations simples et plaçant à l'oreille les résonnateurs *do*^{3}, *sol*^{3}, *do*^{6}, on les entend vibrer, surtout les deux premiers. Ces expériences réussissent également avec les sons d'un harmonium.

» Le résonnateur *do*^{3} (premier harmonique) vibre lors même que l'amplitude des vibrations du diapason est faible. Cette observation me semble importante. Si dans un mélange de sons on entend vibrer le résonnateur *do*^{4}, on ne pourra pas assurer d'une manière certaine que le son *do*^{4} existe dans le mélange analysé, car il suffit qu'il s'y trouve un *do*^{3}, un *fa*^{2}, un *la*^{2}, un *do*^{2} assez intenses.

» On peut obtenir les mêmes phénomènes de résonnance avec les caisses renforçantes des diapasons, ce qui prouve que la forme de la masse d'air ébranlée n'a pas d'influence.

» Un diapason *do*^{3} que l'on fait reposer par son pied sur les caisses résonnantes d'autres diapasons fait vibrer seulement ceux qui appartiennent à la série harmonique. Avec le diapason *do*^{2} j'ai pu aller jusqu'à *do*^{5}.

» Tels étaient les faits que j'ai fait connaître en avril 1880. Il me restait à les étudier pour savoir si le son grave d'un diapason peut bien réellement faire naître et entretenir les vibrations plus rapides d'une masse d'air rendant un son harmonique ou si les résonnances observées ne venaient pas de l'existence d'harmoniques très faibles produits par le diapason en dehors des prévisions de la théorie.

» J'ai été amené ainsi à étudier au microscope, par la méthode optique, la vibration de mes diapasons : je n'ai jamais observé qu'une vibration simple. J'ai ensuite réuni deux diapasons par un fil de cuivre très fin, tendu comme dans les expériences de M. Melde, et j'ai vu que l'on pouvait faire vibrer à l'aide d'un diapason grave ceux des diapasons qui rendaient des sons harmoniques et non les autres.

» Cette portion assez étendue de mes recherches touchait à sa fin lorsque j'ai lu dans le numéro de décembre 1880 des *Annales de Wiedemann* un Mémoire de M. Kœnig, qui traite la même question et qui arrive comme moi à la conclusion que le son du diapason est simple et que le phénomène de résonnance ne doit pas être limité, comme on le croit généralement, au cas où le corps influencé et le corps excitateur sont à l'unisson.

» La publication de M. Kœnig me force à limiter la Communication que je fais à l'Académie à ce qui m'est encore bien personnel.

» Le fil de cuivre fixé au diapason était tendu par un poids que je pouvais faire varier. Ce fil passait sur l'une des branches du diapason influencé et y était maintenu avec un peu de cire. Je pouvais donc changer facilement la longueur de la portion du fil comprise entre les deux diapasons. En opérant ainsi, on trouve que parfois le diapason harmonique résonne à la moindre attaque du diapason grave; d'autres fois la résonnance a seulement la durée de la vibration de ce dernier diapason, ou bien elle ne se produit que si on l'attaque vigoureusement; enfin l'on rencontre certaines longueurs, certaines tensions pour lesquelles la résonnance est absolument nulle. La résonnance m'a paru très forte lorsque la corde était à l'unisson du diapason excitateur. Lorsque la corde est à très peu près à l'unisson des deux diapasons, la résonnance est réciproque et la vibration de l'un d'eux fait résonner l'autre. Si cependant les deux nœuds extrêmes sont excessivement voisins des deux diapasons, la vibration est impossible, comme je l'ai indiqué il y a longtemps, ou bien elle est désordonnée, et la corde se met à vibrer en un seul fuseau. Elle rend alors, ce qui est remarquable, un son plus grave que celui du diapason excitateur; l'intervalle des deux sons est tantôt une quinte, tantôt une octave, justes ou fausses.

» J'ai observé les mêmes phénomènes avec des fils métalliques vibrant à la manière des verges et qui ne peuvent pas, comme les cordes, produire la série harmonique 2, 3, 4, ..., à laquelle appartient le diapason.

» Je me réserve de résumer dans une autre Communication ce qui a trait à l'influence, sur la résonnance, du corps interposé entre les deux diapasons, et à la production des sons plus graves que celui du corps sonore excitateur. »

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction elliptique et les trois systèmes de franges.* Note de M. CROULLEBOIS.

« La double réfraction elliptique, hors de l'axe du quartz, est aussi certaine que la double réfraction circulaire le long de l'axe. J'ai obtenu, conformément à l'hypothèse d'Airy, la séparation *intégrale* des deux rayons *contrairement* et *réciproquement* polarisés à l'aide de mon biprisme biréfringent elliptique ([1]). C'est le même appareil que j'utilise pour produire, dans la lumière elliptique, trois systèmes de franges, analogues aux trois systèmes que Fresnel et Arago ont découverts dans la lumière circulaire.

» Le problème consiste à réaliser simultanément les interférences : 1° de deux rayons elliptiques de même gyration, égaux et parallèles (interférences de première espèce); 2° de deux rayons elliptiques de gyration contraire, semblables et croisés (interférences de seconde espèce).

» Dans le premier cas, les rayons elliptiques interfèrent, soit comme deux rayons naturels, soit comme deux rayons circulaires de même sens, soit comme deux rayons rectilignes et parallèles ([2]).

» Le second cas est plus compliqué et mérite un examen spécial. Soit ρ l'anomalie, tant *physique* que *géométrique*, des deux rayons. Les équations des rayons elliptiques caractéristiques sont

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= a\cos\xi \\ y_1 &= ka\cos\left(-\xi\,\frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}\right\}\swarrow,\qquad \left.\begin{aligned} x_2 &= ka'\cos(\xi-\rho) \\ y_2 &= -a'\cos\left(\xi-\frac{\pi}{2}+\rho\right) \end{aligned}\right\}\searrow,$$

en posant

$$a=\frac{\sqrt{\cos^2\omega+k^2\sin^2\omega}}{1+k^2},\quad a'=\frac{\sqrt{\sin^2\omega+k^2\cos^2\omega}}{1+k^2};$$

ω désigne l'angle du plan de polarisation de la lumière incidente avec la section principale du prisme antérieur, et k le rapport de similitude compris entre 0 et 1.

» Composons x_1 avec x_2, y_1 avec y_2; il vient

$$X = A\cos\xi,\quad Y = B\cos(\xi-\psi).$$

Aucune des amplitudes A ou B ne pouvant s'annuler, la condition, pour

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVIII.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV.

que le rayon résultant devienne rectiligne, est $\psi = 0$ ou ϖ; d'où l'on déduit

$$\cos\rho_1 = \frac{k(a^2 - a'^2)}{(1 - k^2)aa'}.$$

Ainsi la polarisation rectiligne sera rétablie deux fois dans l'intervalle d'une période, pour deux valeurs de l'anomalie $2n\varpi + \rho_1$ et $2(n+1)\varpi - \rho_1$, et suivant les deux azimuts symétriques $+\omega$ et $-\omega$.

» Voici la disposition générale de l'expérience :

» Un trait lumineux, très vif et polarisé, illumine les demi-lentilles de Billet; les deux images conjuguées P_1 et P_2 traversent le biprisme et s'y dédoublent séparément en G_1, D_1 et G_2, D_2; à la suite et plus loin, sont alignés une loupe à long foyer et un analyseur, prisme de Nicol ou prisme biréfringent. En plaçant l'axe du biprisme *rigoureusement* à égale distance des images D_1 et G_2, en orientant convenablement le polariscope, on obtient sans peine trois systèmes de franges : deux systèmes *latéraux* de même largeur, symétriquement écartés, et un troisième système *central*, occupant l'intervalle qui sépare les premiers et formé de franges beaucoup plus fines. Les franges latérales sont de première espèce, et les centrales de seconde espèce.

» *Explication*. — Les rayons sinistrorsum émanés des deux sources G_1 et G_2, assemblés en faisceaux coniques, sont rejetés en dehors de la ligne axiale, vers la gauche par exemple, et, comme ils ont subi des retards inégaux, tant dans le quartz que dans l'air, ils entrent nécesssairement en conflit et donnent des franges (ayant la largeur des franges uniques qu'on obtiendrait sans le biprisme). Les faisceaux D_1 et D_2 interfèrent de la même manière et de l'autre côté de l'axe. Pareillement, à une distance suffisante, les cônes G_2 et D_1 se rencontrent dans le champ et donnent des franges de seconde espèce, qui doivent être plus étroites que les premières.

» *Si la lumière est naturelle*, le système central fait défaut, même avec le nicol oculaire, comme l'indique la théorie; les systèmes latéraux redoublent d'intensité ou pâlissent (par effet simple de contraste) tour à tour pour deux orientations du polariscope parallèles aux azimuts principaux du biprisme.

» *Si la lumière est polarisée*, on peut tenter de nombreuses vérifications; en particulier, si la lumière est polarisée à 45°, les franges centrales acquièrent leur maximum de beauté dans les azimuts $\pm\frac{\pi}{4}$ du polariscope.

» Le système central ne peut être considéré comme le prolongement des

systèmes latéraux; il s'en distingue nettement, et par son état de polarisation, et par sa finesse contrastante, en sorte que l'objection faite au procédé d'Arago ne peut être invoquée ici ([1]).

» *Il est donc établi que les rayons elliptiques inverses et réciproques ont une existence réelle en dehors du quartz.*

» Nous aurons l'honneur de communiquer à l'Académie une démonstration aussi probante pour les trois systèmes de franges des rayons circulaires et des rayons rectilignes. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel appareil destiné à montrer la dissociation des sels ammoniacaux.* Note de M. **D. Tommasi**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un petit appareil de mon invention et à l'aide duquel on peut montrer à tout un auditoire la dissociation des sels ammoniacaux. Cet appareil, que je nommerai le *dissocioscope*, se compose d'un tube en verre ayant $0^{m},20$ à $0^{m},25$ de hauteur sur $0^{m},03$ à $0^{m},04$ de diamètre. Dans l'intérieur du tube se trouve suspendue, à l'aide d'un fil de platine, une bande de papier de tournesol bleu, imbibée préalablement d'une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque ([2]). La solution de ce sel étant ordinairement un peu acide, on la neutralise par quelques gouttes d'ammoniaque; mais il faut avoir soin de ne pas en ajouter trop, car cela pourrait nuire à la réaction qui doit plus tard se produire. La dissolution du chlorhydrate d'ammoniaque (pur) dans l'eau (distillée) doit se faire à la température ordinaire et contenir un excès de sel ammoniac. La bande de tournesol, après avoir été retirée de la solution de chlorhydrate d'ammoniaque, est pressée légèrement entre des doubles de papier buvard et introduite (le papier étant encore humide) dans le tube de verre.

» Pour faire fonctionner le dissocioscope ([3]), il suffit de le plonger dans un cylindre de verre rempli d'eau bouillante. Le sel ammoniac se dissocie aussitôt et le papier de tournesol se colore en rouge. En plongeant ensuite le

---

([1]) Righi, *Journal de Physique*, t. VII, p. 29.

([2]) En substituant au chlorhydrate d'ammoniaque le sulfate, le nitrate, l'oxalate d'ammoniaque, etc., le même appareil peut servir à la démonstration de la dissociation de ces différents sels.

([3]) Le dissocioscope que M. H. Sainte-Claire Deville a bien voulu présenter de ma part à l'Académie a été construit par M. Alvergniat, avec toute l'habileté qu'on lui connaît.

dissocioscope dans l'eau froide, la petite quantité d'ammoniaque dissociée se combine de nouveau à l'acide chlorhydrique et le papier de tournesol redevient violet.

» Il est évident que l'on peut répéter cette expérience autant de fois qu'on le désire et obtenir toujours les mêmes résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés de l'acroléine.* Note de MM. **E. Grimaux** et **P. Adam**, présentée par M. Wurtz.

« En traitant l'acroléine par le gaz chlorhydrique, MM. Geuther et Cartmell [1] ont obtenu un produit d'addition, le chlorhydrate d'acroléine, qui, se transformant en acide β-chloropropionique, comme l'a montré M. Krestownikoff [2], doit être considéré comme l'aldéhyde β-chloropropionique, ou plutôt un polymère de cette aldéhyde. Geuther et Cartmell ont montré, en effet, que ce corps, par perte d'acide chlorhydrique, fournit un polymère solide de l'acroléine, la *métacroléine*.

» En étudiant la formation et les réactions de ces corps, nous avons pu en établir la condensation moléculaire et découvrir quelques faits nouveaux.

» On obtient facilement la paraldéhyde chloropropionique en saturant de gaz chlorhydrique sec l'acroléine placée dans un mélange réfrigérant. Après douze heures, avec une basse température, le tout se prend en une masse cristalline imprégnée d'une matière huileuse. La partie liquide, séparée par filtration, est soumise à la distillation dans le vide; sous 10^{mm} de pression, il passe, entre 40° et 50°, un liquide incolore, réduisant énergiquement la liqueur cupropotassique, et qui n'est autre que de l'aldéhyde chloropropionique C^3H^5ClO non encore polymérisée. Saturée de gaz chlorhydrique, elle se polymérise au bout de quelques jours. Après que ce corps a passé à la distillation, on recueille un mélange d'aldéhyde et de son polymère, et le point d'ébullition s'élève jusqu'à 170°, température à laquelle distille le polymère, qui cristallise immédiatement dans le récipient. Quant à la partie solide, on la purifie par une compression ou une distillation dans le vide, puis on fait cristalliser la matière en la dissolvant dans neuf fois son poids d'alcool à la température de 30° et abandonnant la solution à l'évaporation.

---

(1) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXII, p. 1; 1859.

(2) *Berichte der deutschen chem. Gesellsch.*, t. XII, p. 1487.

» La paraldéhyde chloropropionique forme de magnifiques aiguilles transparentes ressemblant au sulfate de soude; elle fond à 33°,5 et distille entre 170° et 175° sous une pression de 12^{mm} à 15^{mm}. A la pression ordinaire, elle ne fournit par la distillation que des traces d'acide chlorhydrique et d'acroléine; mais elle passe entre 130° et 170°, en se dépolymérisant et fournissant un liquide incolore, très réducteur, qui, à une seconde distillation, passe tout entier entre 125° et 130° : c'est l'aldéhyde chloropropionique C^3H^5ClO qui se polymérise de nouveau en peu de temps, grâce à la présence d'une petite quantité d'acide chlorhydrique.

» La paraldéhyde chloropropionique n'agit pas sur la liqueur cupropotassique; cette réaction permet de distinguer les aldéhydes de leurs produits de condensation; en effet, la paraldéhyde ordinaire, la paraldéhyde isobutylique, la métacroléine n'ont pas de pouvoir réducteur.

» On doit la représenter par la formule $C^9H^{15}Cl^3O^3 = 3(C^3H^5ClO)$, comme l'indique la densité de vapeur de la métacroléine.

» La paraldéhyde chloropropionique est un corps très stable; nous n'avons pu encore remplacer le chlore par le groupe OH. L'eau, la baryte à 100°, l'acétate d'argent, l'acétate de plomb à 120° ne l'attaquent pas. A 110°, l'eau et la baryte mettent en liberté l'acide chlorhydrique, mais la majeure partie de la matière organique est transformée en une résine analogue au disacryle. L'éthylate de sodium réagit assez facilement en donnant un liquide huileux qui n'a pas encore été examiné.

» *Métacroléine.* — Nous avons préparé la métacroléine, en suivant les indications de Geuther et Cartmell, par la distillation de la paraldéhyde chloropropionique avec son poids de potasse pulvérisée. Le rendement est très faible, 12 à 15 pour 100 du poids de la paraldéhyde.

» La métacroléine cristallise en belles lames transparentes par évaporation de sa solution alcoolique; elle fond à 45°-46°. Sa densité de vapeur, prise à 132° par le procédé Hofmann, a été trouvée égale à 5,9; la théorie, pour la formule $C^9H^{12}O^3$, est de 5,8, ce qui prouve qu'elle dérive de la condensation de 3^{mol} d'acroléine. A 160°, il y a commencement de dissociation; la densité est de 4,5, et à 182° de 3,99.

» MM. Geuther et Cartmell ont montré qu'elle distille à 170° sous la pression ordinaire, avec décomposition partielle et production d'acroléine.

» Dissoute dans le chloroforme, elle fixe directement le brome; par l'évaporation, *à la température ordinaire*, il se dépose un corps solide que l'on fait recristalliser dans une petite quantité de chloroforme bouillant. Le bromure de métacroléine est en petites aiguilles feutrées, d'un aspect nacré;

il est identique avec le produit de polymérisation du bromure d'acroléine décrit par M. Henry et par M. Linnemann, et dont nous avons commencé l'étude.

» D'après la densité de vapeur de la métacroléine, ce bromure, comme la paraldéhyde chloropropionique, est formé par la condensation de 3^{mol} du bromure $C^3H^4Br^2O$ ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Wurtz.

« Lieben avait décrit (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 662) comme produit de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde un composé qu'il nomma *oxychlorure d'éthylidène*, répondant à la formule $C^4H^8OCl^2$. Geuther et Cartmell, analysant le produit brut de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde, admirent la formation d'un corps intermédiaire $C^6H^{12}Cl^2O^2$, combinaison d'aldéhyde et d'oxychlorure d'éthylidène. J'ai repris l'étude de cette réaction.

» De l'aldéhyde pure, soigneusement refroidie, est soumise à l'action d'un courant lent de gaz chlorhydrique sec. L'aldéhyde peut absorber, dans ces conditions, la moitié de son poids d'acide chlorhydrique sans se troubler. Si l'on distille à ce moment le liquide, on obtient une substance passant à 25° sous une pression de $0^m,04$ et répondant à la formule C^8H^4O, HCl^2. Ce corps est très instable, il perd de l'eau avec la plus grande facilité en donnant le corps de Lieben. Cette déshydratation se produit sous l'influence de la chaleur ou d'un excès d'acide chlorhydrique; elle se produit plus lentement lorsque l'on abandonne à lui-même le corps purifié par la distillation.

» Lorsque l'on fait passer un courant rapide d'acide chlorhydrique dans de l'aldéhyde maintenue à 0°, il se sépare immédiatement de l'eau, et la couche supérieure, distillée dans le vide, passe à 58°-60° sous une pression de $0^m,04$ de mercure : c'est le corps de Lieben. Les portions supérieures renferment un liquide passant à 100° et répondant à la formule $C^8H^{12}OCl^2$. En présence de l'eau, il se décompose en donnant de l'aldéhyde crotonique. Cette réaction et sa composition centésimale permettent de le considérer comme l'analogue de l'oxychlorure d'éthylène, mais obtenu au

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Wurtz.

moyen de l'aldéhyde crotonique. La production de ce corps est d'autant plus grande que le courant d'acide chlorhydrique a été plus longtemps prolongé, mais toujours assez faible. Ainsi 2^{kg} d'aldéhyde m'ont fourni $1^{kg},800$ d'oxychlorure d'éthylidène et 50^{gr} seulement de ce composé.

» D'après son mode de formation l'oxychlorure d'éthylidène paraît être l'éther bichloré symétrique. Il résulte, en effet, de la déshydratation du composé

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ / \quad \backslash \\ Cl \quad OH, \end{array}$$

et doit présenter la constitution $CH^3\overset{Cl}{\overset{|}{C}}H - O - \overset{Cl}{\overset{|}{C}}H - CH^3$.

» L'eau froide ne le décompose que fort lentement, l'eau bouillante le décompose plus rapidement en acide chlorhydrique et aldéhyde.

» L'alcool se combine immédiatement à lui en donnant l'acétochlorhydrine d'éthylidène, décrite par MM. Wurtz et Frappoli.

» Lorsque l'on fait traverser une solution éthérée d'éther bichloré par un courant de gaz ammoniac, il se dépose de longues aiguilles qui ne tardent pas à envahir toute la masse et qui répondent à la composition

$$CH^3\underset{AzH^2}{CH} - O - \underset{AzH^2}{CH} - CH^3, 2HCl.$$

Ces aiguilles s'effleurissent rapidement dans l'air sec en perdant une partie de leur acide chlorhydrique. Leur solution aqueuse brunit rapidement en se décomposant. Chauffées sur la lame de platine, elles répandent l'odeur des composés pyridiques.

» Je continue actuellement l'étude de ces dérivés au laboratoire de M. Wurtz. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Inoculation de la morve au chien.* Note de M. V. GALTIER, présentée par M. Bouley.

« Le chien, comme le lapin, et plus sûrement que ce dernier, contracte la morve par inoculation; la connaissance de ce fait est déjà ancienne. Voici les résultats de mes expériences personnelles.

» Parmi les nombreux chiens que j'ai inoculés avec du virus morveux, je n'ai pas encore eu l'occasion de rencontrer un seul sujet réfractaire. Mais, si le chien contracte la morve quand on lui en inocule le virus, les accidents morbides restent ordinairement localisés au point d'inoculation. Peu de temps après l'opération, trois, quatre, cinq, six, sept jours, on voit apparaître de la turgescence dans la région; il se forme, au niveau de chaque piqûre, une petite plaie ulcéreuse, cupuliforme, grenue, jaunâtre dans son ensemble, analogue à la plaie du farcin chronique chez le cheval. Cette plaie sécrète abondamment un pus très fluide, huileux, jaune grisâtre qui souvent se concrète en croûte au-dessus de l'ulcère, et celui-ci n'en continue pas moins à sécréter au-dessous de la croûte ainsi formée.

» Pour bien observer ces caractères, il faut inoculer le chien sur la région du front, où les lésions morveuses ne peuvent pas être dénaturées par le frottement aussi facilement que dans d'autres endroits. Pendant un temps qui varie entre huit, dix, quinze, vingt, trente jours suivant les individus inoculés, la plaie morveuse ronge, s'accroît en étendue et en profondeur, sa sécrétion devient de plus en plus abondante et conserve ses caractères; le produit morbide est très fluide, visqueux, jaune grisâtre, le plus souvent oléiforme et toujours plus ou moins analogue à l'*huile de farcin* des solipèdes morveux. Les tissus sous-jacents et circonvoisins sont tuméfiés, gonflés et infiltrés; mais cette modification ne s'étend jamais bien loin. Le chien guérit assez promptement des suites de cette inoculation. Les plaies, après s'être accrues pendant quelques jours, s'arrêtent dans leur marche, deviennent rosées, leur sécrétion diminue peu à peu, elles se cicatrisent et la virulence disparaît.

» On admet assez généralement que dans la morve du chien les lésions et la virulence restent localisées aux points inoculés; on a même affirmé que cette localisation était la règle sans exception. Cela est inexact; il est vrai que les lésions ne se montrent ordinairement que dans la région inoculée, mais il peut en être autrement. Chez un des chiens inoculés sur le front, j'ai vu des plaies ulcéreuses se produire d'abord au niveau des piqûres, et, quelque temps après, une autre plaie ulcéreuse s'est formée sur la face externe de la cuisse droite, puis une nouvelle plaie sur le dos; malgré cette généralisation, la maladie a fini par disparaître totalement, ainsi que j'ai pu m'en convaincre par l'inoculation et par l'autopsie. Sur un autre chien inoculé derrière la nuque, j'ai également observé une plaie au point d'inoculation, puis une seconde au niveau du dos. Enfin, chez le chien comme chez le lapin, j'ai con-

staté que, si les lésions peuvent rester localisées aux points inoculés, il arrive parfois que la virulence est disséminée dans l'économie ou au moins dans le système lymphatique. J'ai transmis une fois la morve à l'âne en lui inoculant le produit d'un ganglion du flanc d'un lapin qui ne présentait des lésions qu'aux oreilles, où le virus avait été inséré; j'ai aussi transmis la morve à l'âne en lui insérant la pulpe d'un ganglion du flanc d'un chien inoculé au niveau des épaules et qui ne présentait des lésions qu'aux points sur lesquels l'opération avait porté. La virulence peut donc se généraliser, quoique les lésions restent localisées; il semble ainsi que le virus morveux peut se répandre dans l'organisme du chien, et dans celui du lapin quelquefois, sans occasionner des lésions anatomiques, si ce n'est aux points qui ont été le siège du traumatisme de l'inoculation.

» Je m'étonne qu'on n'ait pas encore préconisé le chien comme réactif capable de faciliter le diagnostic de la morve des solipèdes dans les cas douteux. Les accidents développés sur l'animal carnivore par l'inoculation du virus morveux, bien que localisés et bien que n'entraînant pas la mort, n'en sont pas moins pathognomoniques.

» On a prétendu qu'une première atteinte de morve conférait l'immunité au chien déjà guéri. Je ne sais pas encore s'il est possible d'arriver à conférer l'immunité complète au chien par un certain nombre d'inoculations successives, mais ce que je sais bien, c'est qu'on ne l'obtient pas à la suite d'une première inoculation. Jusqu'à présent, je n'ai trouvé aucun chien qui soit devenu réfractaire à la suite d'une première, d'une deuxième, d'une troisième inoculation; j'ai inoculé fructueusement plusieurs chiens jusqu'à quatre fois, jusqu'à cinq fois dans l'espace de six mois. Voici le résumé de quelques-unes de mes expériences à l'appui de mon assertion :

» 1° Chien inoculé sur le front par quatre piqûres : plaies ulcéreuses bien caractérisées dix jours après, transmission de cette morve par inoculation à deux lapins; guérison complète du chien au bout d'un mois et demi. Après la guérison bien constatée, deuxième inoculation, deuxième morve caractérisée par des lésions moins étendues et moins tenaces, transmission de cette deuxième morve à un âne; guérison du chien au bout d'un mois. Troisième inoculation, troisième morve avec des lésions encore moins étendues, transmission de cette troisième morve à l'âne.

» 2° Chienne inoculée successivement et avec succès une première, une deuxième, une troisième et une quatrième fois avec le virus du cheval.

» 3° Chien inoculé fructueusement et de mois en mois cinq fois consécutives avec le virus du cheval; transmission de la cinquième morve à un âne; chien auto-inoculé fructueusement avec son propre virus.

» Il est donc démontré que le chien, qui se guérit bien de la morve, peut la contracter successivement deux, trois, quatre, cinq fois et peut-être un plus grand nombre de fois. Mais peu à peu, à la suite d'inoculations successives, sa réceptivité, déjà si faible comparativement à celle des animaux solipèdes, diminue; la morve transmise au chien se caractérise par des lésions de moins en moins marquées, et il y a lieu de penser que, grâce à quelques inoculations de plus, cette réceptivité s'effacera.

» Un autre fait constaté au cours de mes expériences concourt à démontrer que la puissance du virus s'atténue lorsqu'il est cultivé dans l'organisme du chien déjà inoculé une première, une deuxième, une troisième, une quatrième fois : les ânes inoculés avec le virus d'une troisième, d'une quatrième, d'une cinquième morve ont eu une maladie plus lente et moins aiguë; ils ont vécu ordinairement trois semaines ou un mois après l'inoculation, et ils ont présenté des lésions plus restreintes et moins aiguës que ceux qui ont été inoculés avec le virus du cheval ou avec le virus d'une première morve du chien. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Physiologie des dyspepsies.* Note de M. G. **Sée**, présentée par M. Vulpian.

« Jusqu'ici les dyspepsies avaient été considérées soit comme une lésion anatomique, soit au contraire comme une maladie essentielle, c'est-à-dire sans définition précise : la vérité ne pouvait être là.

» Si l'on se conforme rigoureusement aux lois de la Physiologie, on doit admettre que, la digestion n'étant en réalité qu'un acte chimique, la dyspepsie ne peut elle-même se développer que par suite d'une altération chimique des sucs digestifs de l'estomac, de l'intestin, du pancréas ou du foie. En retirant le suc gastrique de l'estomac à l'aide de la pompe stomacale, j'ai pu m'assurer par des expériences nombreuses et aussi précises que possible que, dans certaines circonstances, ce liquide digestif manque, au moins temporairement, d'acide chlorhydrique, ce qui l'empêche d'agir efficacement.

» Dans d'autres cas, c'est la pepsine, c'est-à-dire le ferment gastrique contenu dans les glandes sécrétoires, qui, lors même qu'elle serait en quantité suffisante, perd souvent le pouvoir de convertir les aliments azotés en substances assimilables, ou peptones; la digestion s'arrête fréquemment, dans cette occurrence, à la simple liquéfaction ou à la transformation en syntonine inabsorbable.

» D'autres fois le suc gastrique est altéré par son mélange avec une grande quantité de mucus.

» Il se peut aussi que la présence même des peptones formées en excès empêche le suc gastrique d'agir : c'est ce qui arrive après les repas excessifs.

» Enfin la dyspepsie provient parfois d'un défaut de protoplasma dans les glandes pepsiques : c'est ce qui a lieu dans l'inanition relative ou absolue, c'est-à-dire dans l'alimentation insuffisante.

» Ces diverses altérations du suc gastrique constituent les vraies dyspepsies gastriques. Il ne faut pas les confondre, comme on l'a fait jusqu'à ce jour, avec les troubles simples de la sensibilité ou de la motilité; ces deux fonctions ne sauraient vicier la sécrétion, et par conséquent provoquer la dyspepsie. Celle-ci n'est jamais, en définitive, qu'une opération chimique défectueuse, et elle résulte, dans certains cas, de troubles vaso-moteurs qui, en modifiant la circulation dans les glandes, empêchent le sang de l'estomac de fournir les éléments suffisants de sécrétion du suc gastrique.

» Ces données physiologiques conduisent nécessairement à des indications plus précises pour l'application des méthodes de curation des dyspepsies, pour les prescriptions rigoureuses du régime, et surtout pour la recherche des causes de l'indigestibilité des aliments.

» Les expériences que j'ai faites pour nourrir à l'aide des peptones des individus dont la muqueuse stomacale avait subi certaines altérations m'ont donné des résultats favorables.

» Un des points au sujet desquels j'ai fait le plus grand nombre d'expériences, dans le but d'appliquer au traitement des maladies de l'estomac les données de la Physiologie, c'est le lavage, l'appropriation de l'organe, et la soustraction des liquides nuisibles à la digestion, à l'aide d'une sonde stomacale et d'une pompe aspirante et foulante. Cette pratique, qui est sans danger, avait été employée primitivement dans les dilatations de l'estomac, pour évacuer les masses alimentaires en excès. J'ai été amené par mes recherches à appliquer ces opérations, d'ailleurs inoffensives, au traitement des dyspepsies graves, ainsi que des vomissements chroniques, et cela dans le but non seulement d'expulser le suc gastrique vicié, mais encore de dégager la muqueuse, en la débarrassant du mucus en excès, et de restituer à l'estomac sa fonction sécrétoire ou digestive. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'histologie des pédicellaires et des muscles de l'Oursin* (Echinus sphæra *Forbes*). Note de MM. **P. Geddes** et **F.-E. Beddard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Quoique la connaissance de la forme générale et des parties calcaires des pédicellaires des Oursins soit maintenant presque complète, grâce aux recherches de O.-F. Müller, de Valentin, de Perrier, de A. Agassiz, de Wyville Thomson et de plusieurs autres naturalistes, les renseignements que fournissent ces auteurs sur l'histologie des parties molles de ces organes n'ont pas la même exactitude. Dans l'espérance de préciser davantage les idées sur ce sujet, nous avons étudié en détail les pédicellaires du grand Oursin *E. sphæra* (Forbes) ; nous décrirons en peu de mots les résultats principaux de la recherche.

» Dans le pédicellaire ophiocéphale de Valentin, les trois muscles adducteurs, disposés en forme de triangle, sont attachés, comme on sait, aux apophyses calcaires des trois valves; mais les fibres qui unissent la tête du pédicellaire à la massue de la hampe ne s'insèrent pas sur les parties calcaires, mais se terminent d'une façon extrêmement remarquable. La plupart sont pliées brusquement sur elles-mêmes avant d'arriver au niveau des parties calcaires, et forment ainsi une série de ganses ou de mailles.

» Deux faisceaux seulement sont prolongés plus loin, s'entrelacent avec les arcs semi-circulaires des valves et se terminent librement au milieu du triangle musculaire dans une petite touffe de mailles.

» Tout à fait distinctes et séparées de ces fibres pliées, alternant avec elles, et à l'extérieur des parties calcaires, se trouvent trois parties d'une structure plus curieuse encore. Ce sont des sortes de grilles, formées de fibres pliées et repliées constituant une série de mailles. Ces organes ne sont pas attaqués par l'acide acétique dilué ; ils ont l'aspect de tissu élastique et il nous paraît probable qu'ils fonctionnent comme antagonistes des muscles adducteurs et servent à ouvrir les valves, un peu comme le ligament d'une acéphale.

» Les pédicellaires tridactyles et gemmiformes contiennent ces grilles, mais elles sont très difficiles à trouver, à cause de leur délicatesse extrême. Les fibres de la tige ne sont pas pliées sur elles-mêmes, mais s'attachent directement aux parties calcaires.

» La tête du pédicellaire gemmiforme est un organe extrêmement compliqué. Une glande se trouve au dehors de chaque valve; elle est couverte de

deux couches de fibres musculaires et d'un épithélium cylindrique. Ces pédicellaires sont peut-être des organes d'urtication, car leurs valves calcaires se terminent en pointe d'aiguille, ou bien des organes pour la sécrétion de mucus, comme pense M. Sladen, qui a décrit récemment l'histologie de cette espèce de pédicellaire chez le *Sphærechinus granularis* (Lamk.) (1).

» A l'origine des recherches histologiques, les observations sur la structure des muscles des Échinodermes ont toujours été complètement contradictoires. Wagner, Siebold et Johannes Müller ont décrit ces muscles comme étant non striés. Valentin, au contraire, soutient que les muscles de la lanterne et des épines de l'Oursin sont striés, et de Quatrefages a vu une striation sur les muscles longitudinaux des Synaptes. Baur a contredit ces observations, tandis que Leydig a décrit une striation longitudinale et transversale chez l'Échinus et chez l'Holothurie. Enfin, dans le dernier travail sur ce sujet, celui de L. Frédéricq (2) sur les muscles de la lanterne de l'*Echinus sphæra*, leur striation est niée de nouveau. Comment expliquer cette confusion complète ?

» En traitant les muscles de l'Oursin par des réactifs différents et en faisant un assez grand nombre de préparations, nous avons vu tous les phénomènes qu'ont décrits ces auteurs. Souvent les muscles adducteurs des valves des pédicellaires sont nettement striés, et souvent aussi ils ne montrent pas la moindre trace de striation. Le même fait s'observe pour les muscles de la lanterne, car nous avons des préparations qui contiennent les fibres simples de Wagner et de Frédéricq côte à côte avec d'autres dont la striation est aussi évidente que dans les dessins de Valentin. Bien plus, en suivant le long d'une seule fibre, on trouve bien souvent toutes les gradations possibles entre la plus nette striation et son absence complète.

» Notre collègue, M. Haycraft, vient de proposer une théorie nouvelle sur la structure des muscles volontaires (3) : pour lui, les fibrilles ne sont pas de simples cylindres, mais elles sont un peu étranglées à de petits intervalles, et il prétend que leur striation n'indique pas une différentiation histologique, mais qu'elle est simplement un phénomène optique produit par la réfraction inégale que subit la lumière en passant à travers la fibrille.

» Sans vouloir nous prononcer sur cette théorie au point de vue général, et sans affirmer que la striation des muscles des Échinodermes est due à la même cause que celle des muscles des animaux supérieurs, nous sommes

(1) *Ann. and Mag. nat. Hist.*, août 1880.

(2) *Arch. de Zool. exp.*, 1877.

(3) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, février 1881.

convaincus que l'irrégularité de la striation chez l'Échinus peut s'expliquer de la même façon.

» Les fibres de la lanterne montrent des étranglements en parfaite correspondance avec les stries transverses; lorsque ces étranglements se suivent l'un l'autre très rapidement, les stries se rapprochent aussi, et, lorsqu'ils deviennent espacés, les stries montrent la même irrégularité. Finalement, les stries et les étranglements disparaissent ensemble.

» Il est probable, comme on l'a déjà soupçonné, que la striation est en quelque rapport avec l'état de contraction du muscle, mais nous espérons faire de nouvelles observations avant de nous prononcer sur cette question [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le développement des sporanges stériles dans* l'Isoetes lacustris. Note de M. E. **Mer**, présentée par M. P. Duchartre.

« La stérilité des sporanges d'*Isoetes lacustris* est due soit à un arrêt de développement le plus souvent antérieur à la période d'apparition des cellules mères, soit à l'envahissement plus ou moins grand du tissu de formation des spores par le tissu nutritif qui, à l'état normal, constitue l'enveloppe hypodermique du sporange et les trabécules, soit à la transformation complète de cet organe, et souvent dès le début, en parenchyme amylifère. De là trois catégories, dans chacune desquelles il y a lieu de distinguer plusieurs cas :

» 1° *Stérilité par arrêt de développement.* — α. Le sporange ne grandit plus, même avant l'apparition des trabécules, et n'éprouve plus aucune modification. Les cellules du tissu de formation conservent leurs dimensions; leurs parois ne s'épaississent pas. On n'y aperçoit pas trace d'amidon. La feuille, devenue adulte, commençant même à dépérir, porte ainsi un sporange qui a conservé les caractères de la première jeunesse.

» β. Les trabécules et l'enveloppe hypodermique se sont constitués ; les cellules du tissu de formation se sont multipliées et ont grandi, mais n'ont pu parvenir à l'isolement, qui est le stade suivant, et toute croissance s'est arrêtée.

» γ. Le développement s'est poursuivi. Des cellules mères se sont formées

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff en 1878 et 1880, grâce à l'hospitalité du savant directeur, M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

et sont devenues libres; des spores même ont pris naissance sur quelques points, mais ce travail s'est fait incomplètement; les logettes sont restées exiguës et de formes irrégulières; les spores n'ont pas tardé à se flétrir.

» Ces divers cas d'avortement s'observent principalement sur les feuilles tardives des individus appartenant à la forme que j'ai décrite sous le nom de *sporifera*. Par suite de l'abaissement de la température, leur développement se ralentit et elles n'acquièrent pas les dimensions normales.

» 2° *Stérilité due à l'envahissement du tissu de formation par le tissu nutritif.* — α. L'enveloppe hypodermique du sporange et surtout les trabécules prennent un grand développement, ne réservant que la portion externe du tissu de formation et quelques îlots intérieurs. Ces régions préservées restent stationnaires, pendant que le tissu envahissant devient le siége d'un abondant dépôt d'amidon. Le sporange conserve généralement, dans ce cas, de faibles dimensions.

» β. La partie inférieure seule du sporange est transformée plus ou moins complètement en tissu amylifère; la partie supérieure a continué à se développer assez régulièrement; des macrospores ou des microspores se sont constituées, mais le plus souvent sans pouvoir arriver à maturité. Les deux régions sont presque toujours séparées l'une de l'autre par un étranglement.

» Ces deux modes d'avortement s'observent principalement sur les feuilles stériles des formes *sporifera* et *gemmifera*, et semblent, comme les précédents, être causés par le ralentissement de la végétation à l'arrière-saison et pendant l'hiver.

» 3° *Stérilité due à la transformation, dès le début, du sporange en tissu amylifère.* — α. Le sporange ainsi transformé conserve à peu près la forme normale, mais ses dimensions restent plus petites.

» β. Des protubérances plus ou moins accentuées se dessinent à sa surface, mais sans donner naissance à des feuilles et sans que le faisceau de la feuille mère y envoie de ramification.

» γ. Ces protubérances se développent en feuilles plus ou moins nombreuses, recevant chacune un faisceau de la feuille mère, et constituent des propagules qui se détachent généralement en même temps que la feuille mère pour former des pieds indépendants, mais qui parfois, quand ils appartiennent à des individus vigoureux, prennent un rapide développement, se soudent à la tige et y restent implantés, même après la chute de la feuille mère. Une tige peut ainsi porter des feuilles de plusieurs générations. Sa forme devient alors très irrégulière et le point végétatif souvent excentrique.

» Les jeunes feuilles, comprimées entre les feuilles voisines et se comprimant elles-mêmes, faute d'espace, se replient souvent plusieurs fois. L'extrémité ne pouvant s'allonger à l'aise, la base se dilate en revanche. Les

sporanges qui y sont insérés sont, dès le début, transformés en tissu amylifère.

» δ. La partie inférieure seule du sporange se transforme en bulbille portant de nombreuses feuilles, pendant que la partie supérieure devient fertile et renferme des spores. Les deux modes de reproduction s'observent alors sur une même feuille. Le fait est plus fréquent dans les macrosporanges que dans les microsporanges et se remarque surtout sur les individus les plus vigoureux croissant isolément dans le limon (forme *sporifera* de la variété *elatior*).

» Dans quelques cas très rares, j'ai même trouvé de ces bulbilles portant des feuilles munies de macrosporanges ou de microsporanges fertiles, tandis qu'au-dessus la feuille mère laissait voir des macrospores bien conformées. Les bulbilles sont surtout nombreux dans les individus appartenant à la forme *gemmifera;* ils y acquièrent un développement remarquable. On les observe cependant aussi dans les deux autres formes.

» ε. Le sporange est réduit à un petit amas amylifère inséré dans la feuille, entre le faisceau et l'épiderme. Parfois, se développant davantage, il apparaît sous la forme d'un mamelon un peu surbaissé. Ce mode d'avortement est instructif en ce qu'il montre que le sporange prend naissance sous l'épiderme de la feuille et débute par un petit massif de cellules qui, continuant à se multiplier et entraînant dans cette multiplication l'épiderme qui les recouvrait, forment bientôt saillie à la surface de la feuille. Ce résultat ne peut ressortir directement de l'étude du développement normal, car sur les feuilles les plus jeunes que l'on puisse trouver, telles que celles qui appartiennent au bourgeon terminal encore enfoncé dans le sommet de la tige, on trouve déjà le sporange formant une saillie prononcée (¹).

» ζ. Enfin il existe des feuilles, surtout dans la forme *sterilis,* où l'on n'aperçoit absolument aucun indice de rudiment de sporange. »

M. **D. Carrère** adresse une Note relative à un point d'Algèbre élémentaire.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

(¹) L'examen des feuilles fertiles permettait cependant de supposer qu'il devait en être ainsi, car, si les sporanges sont libres à la base, ils sont fréquemment recouverts à leur sommet par un repli de la feuille, ce qui ne peut s'expliquer qu'en admettant que la première apparition du sporange se fait dans l'épaisseur même de la feuille. Mais je n'ai pu voir, même sur les feuilles stériles, si le sporange débute par une seule cellule, qui ensuite se multiplierait, ou par plusieurs simultanément.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Les progrès de la Station zoologique de Roscoff;* par M. H. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Dans la séance du 21 décembre 1874 (1), il y a de cela six ans, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie l'organisation des Laboratoires de Zoologie marine que j'avais été chargé, par le Ministère de l'Instruction publique, d'installer à Roscoff.

» Depuis lors la Station a prospéré d'une façon si régulière et si continue que je ne crois pas devoir différer plus longtemps une Communication à l'Académie sur les résultats et les progrès obtenus.

» A l'origine, il n'y avait encore qu'un hangar ouvert, élevé le long du mur du jardin donnant sur la mer, et sous lequel se trouvait l'aquarium, dont la disposition était à la fois trop primitive et trop insuffisante.

» Les grandes cuves à parois de glace manquaient, le service de la pompe fournissant l'eau aux expériences se faisait à l'extérieur, condition fâcheuse pendant le mauvais temps; enfin le réservoir d'eau était trop petit.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 1455.

» Pendant les beaux jours tout allait pour le mieux sous ce simple abri; mais pour peu que la brise fraîchît et que le temps fût pluvieux ou brumeux, ce qui est fréquent en Bretagne, la température s'abaissait tellement que le travail devenait pénible, difficile ou même impossible.

» Cette installation, insuffisante et tout à fait provisoire, a cessé; l'Administration, en accordant un crédit spécial destiné à couvrir une partie du jardin de la maison louée, 100^{mq} de surface, où l'abri est complet et où l'observation est possible par tous les temps, a rendu, par cette amélioration considérable, le plus grand service aux travailleurs.

» Aujourd'hui la disposition de l'aquarium est donc tout autre qu'à l'origine; elle est commode quoique fort simple. Deux grandes cuves, bâties sur la terrasse intérieure dominant la mer, sont remplies deux fois par jour au moment de la pleine mer; elles fournissent l'eau aux grands bacs à parois de glace, mesurant 1^m de côté, qui sont installés sur le pourtour de l'enceinte vitrée.

» Chaque travailleur peut avoir à sa disposition pour ses études un grand bac et les tables nécessaires sur lesquelles il lui est facile de disposer ses cuvettes, ses petits aquariums portatifs et ses appareils à dissection.

» C'est là une grande amélioration; elle a été vivement appréciée par les habitants du Laboratoire qui, le soir ou le jour, s'assemblent dans l'aquarium pour y causer de leurs recherches, et qui s'y réunissent au moment des départs pour les excursions; car ils ont là sous la main tous les objets nécessaires à la pêche.

» D'un autre côté, un grand progrès s'est accompli. Le nombre toujours croissant des demandes d'admission a déterminé l'Administration à rendre définitive l'installation du Laboratoire de Roscoff.

» Une propriété considérable, qui est certainement l'une des mieux situées de Roscoff, surtout au point de vue de la création d'une Station zoologique, a été acquise sur ma demande, renouvelée bien des fois, par le Ministre de l'Instruction publique.

» Elle est formée d'une grande maison pouvant offrir le logement à dix personnes au moins et d'un vaste jardin ombragé d'arbres, fort agréable pour les habitants du Laboratoire; elle avoisine la mer, tout près du petit havre du Vil où les embarcations de l'établissement peuvent venir mouiller.

» La maison a été convenablement aménagée et meublée; elle est occupée depuis deux ans. Cette propriété constitue aujourd'hui une annexe de la Faculté des Sciences de Paris et appartient en propre à l'État. On chercherait en vain, je crois, sur nos côtes une position plus favorisée.

» On le voit, aujourd'hui il y a des moyens d'action tout autres que ceux que l'on pouvait espérer au début. Aussi, en 1880, il nous a été possible d'être dans le mois d'août dix-sept travailleurs, tous logés au même moment.

» A propos de ce chiffre je ferai une remarque. On a dit et écrit que la Station de Roscoff n'était ouverte que pendant les vacances. C'est là une erreur. Presque tous les ans, dès le mois de mars, mais surtout dès le mois d'avril jusqu'au mois d'octobre, il y a des travailleurs; les registres de la station en font foi. Mais, il faut bien le reconnaître, les conditions mêmes de l'enseignement ne laissent de liberté qu'à très peu de personnes; presque tous les zoologistes, professeurs ou élèves, sont plus ou moins liés aux exigences de l'enseignement. Aussi le plus grand nombre de demandes est-il adressé pour les mois d'août et de septembre, c'est-à-dire pour les vacances. Il faut qu'on le sache, on peut être admis à la Station toute l'année, surtout depuis que le personnel a été augmenté d'un gardien nommé par le Ministre et restant à poste fixe; je le répète, toute personne qui le demande peut aller travailler à Roscoff pendant l'hiver et y recevoir l'hospitalité absolument comme en été.

» Ce m'est un devoir d'indiquer l'origine de cette heureuse nomination d'un gardien. D'abord l'Association française, puis M. Julien, professeur à la Faculté de Clermont-Ferrand, qui était venu à Roscoff et qui avait été frappé des avantages de l'organisation du service des envois, mirent à ma disposition 600fr et 500fr, à l'aide desquels il me fut possible d'engager un de mes matelots durant tout l'hiver. Cet engagement permit que les laboratoires du Muséum, des Facultés des Sciences de Clermont-Ferrand, de Rennes, de Poitiers, de la Sorbonne, auxquels j'ajoute ceux de Nancy, de Genève, de Leyde, pussent obtenir des envois d'animaux vivants, destinés soit aux travaux, soit aux démonstrations publiques. M. Julien a montré des Sépioles vivantes à Clermont. Les services que peut rendre à l'enseignement et aux recherches le séjour sur les lieux mêmes d'un homme intelligent, dévoué et habitué à recueillir avec nous les animaux qu'on demande sont tels, que l'Administration a fini par m'accorder un gardien, devenu d'ailleurs nécessaire pour l'entretien, durant l'hiver, de la maison, des instruments et des embarcations.

» A l'origine, c'était un tout petit bateau de pêcheur, acheté d'occasion et du prix modeste de 250fr, qui nous servait pour draguer ou explorer les îlots inabordables à pied pendant la marée basse.

» Grâce encore à l'Association française, nous pouvons, sans danger,

avec le grand bateau, *le Dentale*, très convenable, qui m'a été donné personnellement par elle, gagner le large et draguer à d'assez grandes profondeurs, quoique l'équipage soit encore un peu insuffisant. J'ajoute que l'Association n'a pas limité là ses encouragements aux efforts incessants que je fais depuis neuf ans, et que l'année dernière elle a voté les fonds nécessaires, c'est-à-dire 3000fr, pour l'acquisition d'un scaphandre complet avec lequel il sera possible d'apprendre à connaître au-dessous des plus fortes marées la distribution bathymétrique de bien des espèces, ce qui n'a pas été fait, je crois, encore *de visu*.

» L'Académie comprendra que je sois heureux de citer les noms de ceux de ses membres qui ont uni leurs efforts aux miens pour m'aider à obtenir successivement et subvention et bateau et scaphandre, et d'adresser publiquement à notre président, M. Wurtz, et à M. de Quatrefages tous mes remercîments les plus sincères.

» Ces progrès, on le comprend, entraînent l'Administration; aussi j'ai obtenu l'autorisation de construire un parc sur la grève, c'est-à-dire d'enclore une surface de 50m de long sur 25m de large, qui est devenue propriété privée et qui sera respectée.

» Les récoltes des algues ou des goëmons détruisent beaucoup d'animaux intéressants; elles ne pourront avoir lieu dans le parc, et certainement nous y conserverons de nombreuses espèces qui disparaissent en partie quand la grève est ravagée.

» On sait que c'est sous les roches que se développent et s'abritent des animaux variés; aussi c'est au-dessous des pierres de la grève que péniblement, aux grandes marées, nous allons faire nos récoltes. Mais les habitants des côtes se répandent en grand nombre à ce moment-là sur les plages découvertes, et, avec des leviers, tournent les pierres pour avoir les poissons cachés au-dessous d'elles. Or toute pierre retournée et abandonnée est une pierre perdue pour nous, car tout ce qu'elle avait d'animaux en dessous d'elle meurt. Dans le parc, j'ai fait établir quatre grandes allées bordées par des pierres larges et plates, faciles à retourner et reposant par leurs extrémités sur d'autres pierres peu élevées; au-dessous d'elles, les animaux se développeront, et, après les avoir visitées et les avoir numérotées, nous pourrons aller faire la cueillette, assurée et sans perte de temps, des animaux objet des études.

» Des expériences nombreuses se feront tout naturellement dans cet enclos, qu'il suffira de peupler en y jetant les produits superflus de nos pêches.

» On le voit, l'établissement s'étend, s'accroît et prend l'importance qu'en sa qualité d'annexe de la Sorbonne il doit avoir.

» Deux grandes et coûteuses constructions s'imposent encore; l'une d'elles va être sûrement réalisée cette année; l'autre, qui lui est corrélative, le sera sinon en même temps, du moins l'année prochaine.

» Pour en mieux montrer toute l'utilité, voici le relevé du nombre des savants ou travailleurs venus à Roscoff depuis l'origine :

1872....	3	1875....	13	1878....	17
1873....	4	1876....	10	1879....	21
1874....	8	1877....	11	1880....	27

» C'est un total de 114 personnes. Sur ce nombre, les étrangers comptent pour un chiffre assez important : 32 Anglais, Suisses, Belges, Hollandais, Roumains, Égyptiens, Grecs et Russes.

» Le chiffre atteint en 1880 est certainement fort considérable, et je ne m'engagerai point en disant qu'en 1881 il sera dépassé, si du moins je base mon affirmation sur le mouvement considérable qu'on cherche à imprimer en ce moment au développement des Sciences naturelles.

» Les 27 personnes reçues à Roscoff en 1880 sont venues, les unes pour s'instruire et se préparer à la licence, les autres pour faire des recherches : elles comprennent 9 préparateurs de l'Université, 5 de la Sorbonne, 2 du Collège de France, 1 du Muséum, 1 de la Faculté de Nancy; 7 professeurs étrangers ou français; 7 docteurs en Médecine; 7 étrangers : 3 Anglais, 1 Hollandais, 1 Belge, 1 Suisse, 1 Grec. Enfin, j'ajoute que six Thèses de doctorat ès Sciences naturelles sont déjà avancées et seront soutenues, je l'espère, dans le courant de cette année. Ces résultats suffisent pour justifier mes demandes. Ils prouvent qu'il est temps que la Station de Roscoff se complète. Il faut qu'un vivier soit construit sous le jardin de l'annexe de la Sorbonne et que l'aquarium, qui est encore en ce moment dans une propriété louée, soit définitivement édifié convenablement sur la propriété de l'État.

» La construction du vivier est chose arrêtée. Je regrette vivement que des promesses aussi formelles ne m'aient point été faites pour l'aquarium. Ce n'est plus 1 are qu'il nous faut, mais 3 ares; ce n'est plus une petite pompe manœuvrée à bras par les matelots et seulement au moment de la pleine mer, c'est une machine faisant agir la pompe, qui, lorsque le vivier aura été construit, sera soustraite aux alternatives des marées.

» La municipalité de Roscoff, fort bien disposée, ne demande qu'à

m'aider dans l'aménagement des relations devant exister entre le vivier de la grève et l'aquarium du jardin, et, lorsque ces deux constructions seront faites, sur les plans que j'ai remis au Ministère, je crois que la Station de Roscoff pourra rivaliser avantageusement, non pour le luxe ou la satisfaction de la curiosité, mais pour la commodité du travail, avec tous les établissements de ce genre.

» Je reviens sur l'observation présentée plus haut. On a dit que la Station de Roscoff n'était point fréquentée en dehors des mois de juillet, d'août et de septembre : la chose n'est ni juste, ni exacte; mais il faut bien le dire, si le climat de Roscoff est un climat maritime constant, qui permet aux camélias, aux fuchsias et aux plantes de la région méditerranénne de venir en pleine terre, il n'est pas de ceux qui attirent et qu'on recherche pendant l'hiver. Les brumes et les pluies, si fréquentes en hiver, sont des conditions peu favorables aux études de laboratoire et aux recherches à la grève; et si dans le printemps, l'été et le commencement de l'automne, la température, toujours peu élevée, est éminemment propice au travail, dans l'hiver la lumière fait quelquefois un peu défaut. Aussi ai-je demandé que la Faculté ait une Station d'hiver dans la Méditerranée, et je suis heureux de pouvoir annoncer à l'Académie que cette extension des moyens d'étude de notre enseignement classique est à peu près réalisée.

» Les côtes de France, dans le point où les Pyrénées plongent dans la Méditerranée, ont été peu explorées par les zoologistes s'occupant des études biologiques générales et non de la spécification seule.

» A plusieurs reprises depuis 1853, j'ai eu l'occasion d'aller dans ces localités faire des recherches, et d'en apprécier toute la richesse. Claparède avait fait une excursion d'étude à Port-Vendres ; et Baudelot, sur mes conseils, y était allé plus tard passer un assez long temps. J'avais, depuis mes premières excursions, les yeux ouverts sur cette partie de nos côtes où j'avais fait des recherches en 1858, 1865 et 1866, particulièrement à Collioure, Banyuls, Cerbère et Port-Vendres.

» En 1879, lors de l'inauguration de la statue d'Arago, je travaillais à Collioure; je me rendis à Perpignan où je fus assez heureux pour obtenir de M. le Ministre de l'Instruction publique et de M. le Directeur de l'enseignement supérieur qu'ils visiteraient Port-Vendres en vue même de la création que je demandais.

» Dans le petit port de Port-Vendres existe une presqu'île occupée par des bâtiments ayant servi de caserne; elle est située au milieu d'une eau pure et offre tous les avantages possibles pour la création d'un laboratoire.

Sur mes instances, M. le Ministre de l'Instruction publique, qui s'était rendu compte par lui-même de l'état des lieux, a fait une demande de cession au Ministère de la Guerre, mais jusqu'ici il n'y a pas eu de réponse favorable. L'insuffisance des bâtiments de la presqu'île de Port-Vendres est, pour le service militaire, notoire. Ces bâtiments sont presque toujours abandonnés ([1]) : aussi j'espère que dans un avenir très prochain les démarches auprès du département de la Guerre seront couronnées de succès ; dans ces conditions, je n'ai pas hésité à chercher à avoir une première consécration et une véritable exécution des projets dont je poursuivais la réalisation depuis deux ans.

» J'ai fait partir depuis deux mois deux de mes élèves, qui sont allés à Port-Vendres continuer et compléter des travaux commencés l'été dernier à Roscoff. M. le Ministre de l'Instruction publique leur a donné une modique subvention et sur ma recommandation ils ont été parfaitement accueillis à Port-Vendres et à Collioure, où ils sont installés et travaillent. Je crois donc pouvoir annoncer aujourd'hui comme un fait accompli la fondation d'une nouvelle Station méditerranéenne annexe de Roscoff et de la Faculté.

» Je vais moi-même aller rejoindre, après la fin de mon Cours, dans un mois, les deux travailleurs qui y sont déjà, en y appelant mon maître de conférences pendant les vacances de Pâques. Je m'entendrai avec les autorités locales et j'arrêterai un local permettant d'attendre la cession de la presqu'île.

» Si j'ai tenu à avoir un laboratoire dans cette partie de nos côtes, ce n'est pas seulement pour que des travaux commencés pendant l'été à Roscoff pussent être continués ou terminés durant l'hiver sur les côtes des Pyrénées orientales, c'est encore pour que l'éducation zoologique de nos jeunes naturalistes puisse se compléter, car la recherche des animaux dans l'Océan et dans la Méditerranée est toute différente, et le zoologiste qui n'a vu qu'une mer à marées est absolument dépaysé dans une localité où les mouvements du flux et du reflux sont à peine sensibles.

» L'Académie verra, je l'espère, par les faits que je viens d'avoir l'honneur de lui communiquer, que, malgré la cruelle maladie qui avait un moment ralenti mon activité, j'ai continué et même multiplié mes efforts, depuis que la santé m'est revenue, pour encourager et faciliter les études zoologiques dans notre pays. »

([1]) Ils l'étaient à l'époque de la visite de M. le Ministre (septembre 1879).

BOTANIQUE. — *De l'existence de grandes cellules spiralées, répandues dans le parenchyme des feuilles de certains* Crinum ; par M. A. Trécul.

« En exécutant mon travail sur les Amaryllidées, dont j'ai publié cinq parties dans les *Comptes rendus* en 1875 et 1876, je trouvai, parmi les *Crinum* cultivés dans les serres du Muséum, trois grandes plantes venues de points géographiques très différents, et qui cependant présentent, dans la constitution de leur feuille, une particularité que ne possèdent pas les autres espèces de *Crinum* examinées par moi. Ces plantes sont le *Crinum americanum* L., le *C. taitense* Red. et un *Crinum* venu de la côte occidentale de l'Afrique (du Gabon), lequel porte au Muséum le nom de *C. africanum* (non celui de Linné, qui est l'*Agapanthus umbellatus* Lhér.). N'ayant pas, faute d'espace, inséré dans ma cinquième Communication, où je parle des *Crinum*, le fait anatomique dont il s'agit ici, j'annonçai au bas de la page 259 du tome LXXXIII que « *les feuilles des* Crinum *seront l'objet d'une Note spéciale* ». J'en ai différé la publication jusqu'à ce jour, parce que j'espérais comparer aux plantes que je viens de désigner d'autres espèces que je n'avais pas eues à ma disposition. Il serait surtout intéressant de comparer aux quatre *Crinum* dont Herbert et Kunth ont fait quatre variétés du *Crinum australe* Donn, le *C. taitense*, que ces botanistes identifient avec la première de ces variétés.

» N'ayant pas eu l'occasion d'étendre mon observation à d'autres espèces, je me décide à la faire connaître. Elle consiste en ce que de grandes cellules spiralées, d'aspect trachéen, isolées ou en groupes plus ou moins volumineux, sont répandues dans le parenchyme des feuilles des trois plantes citées plus haut. Voici, au reste, les principaux traits de la structure de ces feuilles.

» Les feuilles de ces *Crinum* sont grandes et composées d'une gaîne et d'une lame allongée, aiguë, qui peut avoir $0^m,08$ et $0^m,10$ de largeur. La lame d'une feuille adulte présente environ quarante à cinquante faisceaux fibro-vasculaires longitudinaux, disposés en une seule série dans le tissu moyen ou dans le plan moyen parallèle aux deux faces de la lame. Excepté au voisinage des bords latéraux de la lame, où celle-ci diminue d'épaisseur, il y a, dans chaque intervalle de deux faisceaux, une grande lacune qui est due à la destruction du parenchyme. Ces lacunes sont interrompues çà et là par des cloisons transverses, formées par du parenchyme qui entoure les fascicules fibro-vasculaires horizontaux, ou plus ou moins obliques,

reliant, à des intervalles assez rapprochés, les deux faisceaux longitudinaux voisins.

» La lame est assez fortement renflée longitudinalement, suivant la ligne médiane; mais il n'y a point là, à proprement parler, de nervure médiane, formée par un faisceau particulier beaucoup plus volumineux que les autres. Il n'y existe que des faisceaux parallèles, placés chacun dans un intervalle de deux lacunes, ne différant des autres plus latéraux que par une plus grande largeur dans le sens radial, c'est-à-dire dans le plan perpendiculaire aux deux faces de la feuille, la dimension de ces faisceaux étant proportionnée à l'épaisseur de la lame. Ces faisceaux qui, là, au milieu de la feuille, sont très larges dans ce plan perpendiculaire aux faces de la lame, sont très étroits dans le sens contraire. Le groupe vasculaire est composé de vaisseaux spiralés, dont un médian est plus gros que les autres, et l'ensemble est disposé aussi suivant le plan radial, c'est-à-dire d'arrière en avant. Les plus petits vaisseaux, situés au côté dorsal du groupe, reçoivent l'insertion de l'unique ou des deux vaisseaux de chaque fascicule transverse. Ces vaisseaux sont accompagnés de cellules allongées étroites et délicates, dont un groupe, évidemment de nature libérienne, est au côté dorsal de chaque faisceau longitudinal ; il est plus étroit, mais plus étendu radialement, que le groupe de cellules grêles du côté antérieur du faisceau.

» Ces faisceaux, qui ne s'étendent pas d'une face à l'autre de la lame, ne dépassent pas la largeur des lacunes. Du côté de celles-ci chaque faisceau est limité ordinairement par deux rangées de cellules parenchymateuses, qui contiennent un peu de chlorophylle; mais les cellules de la rangée contiguë au faisceau sont souvent notablement plus petites que celles de l'autre rangée, et aussi plus riches en grains de chlorophylle. De la matière verte existe également dans les cellules parenchymateuses qui entourent les fascicules transverses. Tout le reste de la lame est occupé par du tissu parenchymateux, dont la largeur des cellules diminue graduellement en approchant de l'épiderme de chaque face. Ce sont aussi ces cellules parenchymateuses externes qui sont les plus riches en chlorophylle ; celles au contraire qui sont situées plus profondément, superposées aux lacunes, sont incolores ou à peu près. Au contraire, les cellules parenchymateuses de même grandeur, qui unissent les cloisons au parenchyme vert externe, contiennent de la chlorophylle en quantité notable.

» Des méats intercellulaires et pleins de gaz parcourent, en tous sens, ce tissu parenchymateux. Ils sont étroits entre les petites cellules du paren-

chyme externe, plus larges et formant de petites lacunes dans le parenchyme interne. Des cellules à raphides sont éparses dans toutes les parties du tissu parenchymateux.

» Un épiderme composé d'une seule strate d'assez petites cellules oblongues, un peu plus étroites aux deux bouts, enveloppe le tout. Les cellules de l'épiderme dorsal ou inférieur peuvent être notablement plus épaissies sur leur face externe et sur leur face interne que celles de l'épiderme supérieur, et la surface limitée par la cuticule est d'ordinaire plus accidentée, plus sinueuse à la face inférieure qu'à la face supérieure de la lame. De nombreux stomates sont dispersés sans ordre sur les deux faces.

» Dans le *Crinum americanum*, c'est dans toutes les parties du tissu parenchymateux des deux faces de la feuille, jusqu'au contact des lacunes et même des faisceaux fibro-vasculaires, que sont répandues les cellules spiralées ou trachéennes que j'ai signalées. En examinant des coupes transversales ou des coupes longitudinales, on en trouve quelquefois d'isolées; le plus ordinairement elles sont en groupes dans lesquels leur quantité varie; il n'y en a souvent qu'un petit nombre, parfois deux ou trois côte à côte, mais fréquemment aussi il en existe davantage dans chaque groupe, jusqu'à une vingtaine.

» Des coupes suivant la longueur de la feuille montrent que ces cellules spiralées sont souvent en fascicules ou faisceaux d'une si grande étendue longitudinale, qu'il n'est guère facile de les suivre d'un bout à l'autre, et pourtant leur marche est à peu près parallèle, au moins sur de grandes longueurs. Ces groupes ou fascicules ne paraissent communiquer ou s'unir entre eux que bien rarement; cependant j'en ai vu se rapprocher graduellement par une extrémité et se fusionner. D'autres se terminent abruptement dans le parenchyme vert, ayant toutes leurs cellules spiralées terminées en pointe ou en cône obtus. On en rencontre souvent des groupes ou d'isolées arrivant au contact des faisceaux fibro-vasculaires, qu'ils suivent au contact des cellules externes sur une étendue de 1^{mm} ou 2^{mm}; mais ils arrivent aussi aux vaisseaux eux-mêmes, qu'ils accompagnent également sur d'assez grandes longueurs.

» Ces sortes de trachées, à spiricules déroulables, sont formées de cellules, ordinairement fort longues dans les feuilles parfaites. J'en ai suivi une, terminée en pointe par ses deux bouts, qui avait cinq millimètres de longueur. Une autre avait plus de cinq millimètres, et l'une de ses extrémités était cachée. Mais il y en a de beaucoup plus courtes. Pourtant les courtes sont beaucoup plus rares que les longues. J'en ai mesuré qui

avaient $0^{mm},50$, $0^{mm},65$, $0^{mm},70$, $1^{mm},33$, $1^{mm},50$, 2^{mm}, $2^{mm},42$, $2^{mm},80$, 5^{mm} de longueur. Leur largeur est assez variable aussi, non seulement pour des cellules différentes, mais dans la même cellule; il y en a de $0^{mm},025$, $0^{mm},030$, $0^{mm},035$, $0^{mm},050$ et $0^{mm},060$ de diamètre, quelquefois dans le même groupe. Plus ou moins comprimées par les cellules parenchymateuses environnantes, leur surface et leur diamètre sont très variables. La traction les déroule en hélices formées de trois, quatre, cinq et six spiricules tournant dans le même sens. Elles sont, au moins dans les feuilles âgées, ordinairement pleines de gaz, comme les méats du parenchyme, dont les ramifications viennent se terminer à leur surface en s'y élargissant souvent un peu.

» Ces cellules spiralées, isolées ou en groupes, à part celles, relativement en petit nombre, qui sont au contact des faisceaux fibro-vasculaires, ne sont entourées que par des cellules parenchymateuses, dont la forme et la dimension varient suivant la place où on les observe. Ordinairement d'un diamètre plus grand que celui de ces cellules trachéennes, les cellules du parenchyme sont tantôt plus longues que larges, tantôt plus larges que longues.

» Ce que je viens de dire de ces cellules spiralées est surtout applicable au *Crinum americanum*. Les cellules spiralées sont beaucoup plus rares dans le *Crinum taitense*, où elles sont bien plus souvent isolées et où leurs groupes ne contiennent fréquemment que deux cellules côte à côte, plus rarement trois. Le nombre des spiricules est moindre aussi, ordinairement deux, parfois une seule que l'on peut voir se bifurquer, et dont les branches se réunissent plus loin en une seule spiricule, qui se bifurque de nouveau, etc. La différence est telle, entre les *Crinum americanum* et *taitense*, sous le rapport du nombre des cellules spiralées et de leur constitution, qu'il est facile de distinguer les deux espèces par les caractères donnés par ces cellules. Le *Crinum africanum* (Hort. par.) se rapproche davantage, à cet égard, du *Crinum americanum*.

» J'ai trouvé ces cellules spiralées exclusivement propres aux feuilles. Il n'en existe ni dans le parenchyme de la tige ni dans la fleur, dont le périanthe atteint $0^{m},21$ de longueur dans le *Crinum americanum*. Ces cellules spiralées s'arrêtent exactement au bas de la feuille, à son insertion, sans entrer dans la tige. L'une des figures que je mets sous les yeux de l'Académie en montre qui s'avancent jusqu'au niveau de l'aisselle de la feuille; d'autres s'arrêtent un peu plus haut. J'ai pu étudier cette disposi-

tion dans deux jeunes rameaux latéraux, donnés par le *Crinum americanum* et par la plante africaine.

» J'ai fait aussi la même observation sur une tige de sept à huit ans du *Crinum taitense*. Des coupes longitudinales m'ont fourni les mesures suivantes. Dans une feuille, un groupe de deux cellules montrait l'une s'arrêtant à $0^{mm},20$ et l'autre à $0^{mm},25$ au-dessus de l'aisselle de cette feuille. Dans d'autres feuilles, certains groupes s'arrêtaient à $0^{mm},75$ et d'autres à 1^{mm} au-dessus de la base de la gaîne. Un autre groupe de deux cellules spiralées arrivait exactement à la base de la feuille.

» La présence de ces nombreuses cellules spiralées dans les feuilles communique aux coupes longitudinales du sommet des tiges un aspect vraiment remarquable. Dans les feuilles, il y a des faisceaux fibro-vasculaires et des cellules spiralées répandues dans le tissu cellulaire. Immédiatement audessous des feuilles il n'existe, dans le parenchyme cortical de la tige, que les faisceaux fibro-vasculaires qui passent de celle-ci dans celles-là.

» En résumé, présence de nombreuses cellules spiralées, isolées ou en fascicules plus ou moins volumineux dans le parenchyme des feuilles; absence complète de ces cellules spiralées, indépendantes des faisceaux fibro-vasculaires, dans la tige et dans la fleur (pédoncule, ovaire infère et périanthe).

» Je prie l'Académie de me permettre de finir par les réflexions suivantes.

» Ici se présente la question de l'espèce. On peut se demander si les plantes qui possèdent le caractère anatomique que je viens de décrire, tandis que d'autres *Crinum* ne le montrent pas, ont une même origine spécifique. Si l'on admet pour elles une origine commune, il faut reconnaître qu'elles ont subi de notables modifications, car, ainsi que je viens de le dire, la plante américaine, au point de vue qui m'occupe, est très différente de celle de Taïti, à en juger du moins par les spécimens que j'ai pu examiner, tandis que la plante africaine se rapproche davantage de l'américaine. D'autre part, le *Crinum taitense* étant identifié par Herbert et par Kunth avec le *Crinum pedunculatum* décrit par R. Brown, que ces botanistes regardent comme la première variété du *Crinum australe*, et rapproché par conséquent des *C. rubricaule* Rœm., *C. exaltatum* Bot. Mag. 2121, et *C. canaliculatum* Roxb., qui constituent les trois autres variétés, il devient très important de constater si ces quatre *Crinum* possèdent le même caractère anatomique, c'est-à-dire des cellules spiralées dans le parenchyme de leurs feuilles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorèmes relatifs à l'équation de Lamé.* Note de M. **Brioschi.**

« M. Hermite, dans l'introduction à ses importantes recherches sur l'équation différentielle de Lamé, a énoncé le théorème suivant ([1]):

» *Soient*

$$v = \frac{\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(u)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u}$$

et y une intégrale particulière de l'équation différentielle

$$\frac{d^2y}{du^2} = [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 u + h]y;$$

on pourrait exprimer y au moyen de v et de ses dérivées de cette manière :

$$y = \frac{d^{n-1}v}{du^{n-1}} - a_1 \frac{d^{n-3}v}{du^{n-3}} + a_2 \frac{d^{n-5}v}{du^{n-5}} - \ldots.$$

» Les quantités $\operatorname{sn}^2\omega$ et λ^2 sont, ajoute-t-il, des fonctions rationnelles du module et de h, et les coefficients $a_1, a_2, \ldots$ des fonctions entières. M. Hermite, dans les feuilles lithographiées de son Cours d'Analyse donné en 1872 à l'École Polytechnique, avait déjà démontré que

$$y = \frac{\mathrm{H}(u+\omega_1)\mathrm{H}(u+\omega_2)\ldots\mathrm{H}(u+\omega_n)}{\Theta^n(u)} e^{-u\Sigma\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}}.$$

Or, le but de cette Communication est : 1° de démontrer qu'entre les quantités $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ de l'ancienne solution de M. Hermite et la quantité ω de la nouvelle a lieu la relation

$$\omega_1 + \omega_2 + \ldots + \omega_n + \omega = \text{const.};$$

2° d'exposer une méthode très simple pour la détermination de $\operatorname{sn}^2\omega$, λ^2, $a_1, a_3, \ldots$ en fonction de h, k.

» En posant

$$\varphi(x) = 4x^3 - g_2 x - g_3, \quad y' = \frac{dy}{dx}, \quad y'' = \frac{d^2y}{dx^2},$$

j'écris l'équation de Lamé comme il suit,

$$y'' + \frac{1}{2}\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)} y' = \frac{1}{\varphi(x)}[n(n+1)x + n(2n-1)\rho]y,$$

([1]) *Comptes rendus*, 15 octobre 1877.

et je rappelle que, en indiquant par y_1, y_2 deux intégrales particulières de cette équation, on a

$$y_1 y_2 = F(x),$$

$F(x)$ étant un polynôme du degré n dont les coefficients sont des fonctions de ρ. En posant

$$x - \rho = X,$$

on peut donner à $F(x)$ la forme

$$F(x) = X^n + \alpha_2 X^{n-2} + \alpha_3 X^{n-3} + \ldots + \alpha_n,$$

et l'on trouve entre quatre coefficients consécutifs la relation

$$A\alpha_r + B\alpha_{r-1} + D\alpha_{r-2} + E\alpha_{r-3} = 0,$$

dans laquelle

$$\begin{aligned}
A &= -4r(2n-r+1)(2n-2r+1),\\
B &= -24(r-1)(n-r+1)(2n-r+1)\rho,\\
D &= (n-r+2)(n-r+1)(2n-2r+3)\varphi'(\rho),\\
E &= 2(n-r+3)(n-r+2)(n-r+1)\varphi(\rho),
\end{aligned}$$

et, par conséquent, les coefficients α_4, α_5, ... sont des fonctions de ρ, α_2, α_3.

» Je rappelle aussi que la constante C de l'équation

$$y_2 y_1' - y_1 y_2' = \frac{C}{\sqrt{\varphi(x)}}$$

doit satisfaire à la relation

$$C^2 = (F'^2 - 2FF'')\varphi - FF'\varphi' + 4[n(n+1)x + n(2n-1)\rho]F^2;$$

on aura donc, si l'on désigne par x_1, x_2, ..., x_n les racines de l'équation $F(x) = 0$,

$$C = \pm F'(x_r)\sqrt{\varphi(x_r)} \quad \text{pour} \quad r = 1, 2, \ldots, n,$$

et aussi, en posant dans l'équation précédente $x = \rho$,

$$C^2 = (\alpha_{n-1}^2 - 4\alpha_{n-2}\alpha_n)\varphi(\rho) - \alpha_{n-1}\alpha_n\varphi'(\rho) + 12n^2\rho\alpha_n^2,$$

c'est-à-dire C^2 exprimé par un polynôme en ρ du degré $2n+1$. Je remarque, en passant, que la première détermination de C nous donne les relations suivantes :

$$\Sigma\sqrt{\varphi(x_r)} = 0,$$

$$\Sigma X_r\sqrt{\varphi(x_r)} = 0, \quad \ldots, \quad \Sigma X_r^{n-2}\sqrt{\varphi(x_r)} = 0, \quad \Sigma X_r^{n-1}\sqrt{\varphi(x_r)} = \pm C.$$

» Soit maintenant

$$v_1 = \sqrt{x-\xi}\, e^{\frac{1}{2}Z(x)}, \quad Z(x) = \int \frac{2\mu(x-\xi) - \sqrt{\varphi(\xi)}}{(x-\xi)\sqrt{\varphi(x)}}\, dx;$$

si l'on pose

$$\psi(x) = \frac{1}{2}\, \frac{\sqrt{\varphi(x)} - \sqrt{\varphi(\xi)}}{x-\xi}$$

et que l'on désigne par $A_1, A_2, A_3, \ldots$ les expressions

$$A_1 = \mu + \psi(x), \quad A_2 = A_1^2 + A'_1\sqrt{\varphi(x)}, \quad \ldots, \quad A_r = A_1 A_{r-1} + A'_{r-1}\sqrt{\varphi(x)}, \quad \ldots,$$

où $A'_{r-1} = \frac{dA_{r-1}}{dx}$, le théorème de M. Hermite, rappelé ci-dessus, pourra s'exprimer au moyen de la formule suivante,

$$y_1 = (A_{n-1} - a_1 A_{n-3} + a_2 A_{n-5} - \ldots) v_1,$$

ξ et μ^2 étant des fonctions rationnelles de ρ, et $a_1, a_2, \ldots$ des fonctions entières de la même quantité.

» Ces expressions $A_1, A_2, \ldots$ ont des propriétés remarquables [1], entre autres celle-ci, que, étant identiquement

$$\psi^2(x) + \psi'(x)\sqrt{\varphi(x)} = 2x + \xi,$$

on aura

$$A_r(x-\xi) = L_r + M_r\sqrt{\varphi(x)},$$

où L_r, M_r sont deux polynômes en x, L_r des degrés $\frac{r+1}{2}$ ou $\frac{r+2}{2}$, et M_r des degrés $\frac{r-1}{2}$ ou $\frac{r-2}{2}$, selon que r est impair ou pair.

» Je me borne à considérer le cas de n impair, parce que l'on verra tout de suite que les mêmes considérations sont valables pour n pair. Soient, en premier lieu,

$$P = \frac{1}{\Pi_n}\left[A_{n-1} - a_1 A_{n-3} + a_2 A_{n-5} - \ldots + (-1)^{\frac{n-1}{2}} a_{\frac{n-1}{2}}\right]$$

et

$$\Pi_n = 1, 2, 3, \ldots, n.$$

La propriété des fonctions A_r, que j'ai indiquée plus haut, conduit aux deux relations

$$P(x-\xi) = \Phi(X) + \Psi(X)\sqrt{\varphi(x)},$$
$$0 = \Phi(Y) + \Psi(Y)\sqrt{\varphi(\xi)},$$

---

[1] *Annali di Matematica*, t. X; luglio 1880.

Φ et Ψ étant les deux polynômes en X, des degrés $\frac{n+1}{2}$, $\frac{n-3}{2}$,

$$\Phi(X) = X^{\frac{n+1}{2}} + \beta_1 X^{\frac{n-1}{2}} + \ldots + \beta_{\frac{n+1}{2}},$$
$$\Psi(X) = \gamma_0 X^{\frac{n-3}{2}} + \gamma_1 X^{\frac{n-5}{2}} + \ldots + \gamma_{\frac{n-3}{2}},$$

et

$$Y = \xi - \rho.$$

» Soient, de plus, B_1, B_2, ... les fonctions qu'on déduit des A_1, A_2, ..., en posant $-\mu$, $-\sqrt{\varphi(\xi)}$ au lieu de μ et de $\sqrt{\varphi(\xi)}$, et Q l'expression qu'on déduit de P en substituant dans celle-ci B_1, B_2, ... à A_1, A_2, ...; on aura

$$Q(x-\xi) = \Phi(X) - \Psi(X)\sqrt{\varphi(x)},$$
$$o = \Phi(Y) - \Psi(Y)\sqrt{\varphi(\xi)},$$

et aussi, en indiquant par v_2 l'expression qu'on déduit de v_1 par le même changement dans les signes de μ et de $\sqrt{\varphi(\xi)}$, on aura

$$y_1 = P v_1, \quad y_2 = Q v_2,$$

et, par conséquent,

$$F(x) = PQ(x-\xi),$$

étant

$$v_1 v_2 = x - \xi.$$

» Les expressions précédentes de P, Q conduiront donc enfin à la relation remarquable

$$\Phi^2(X) - \Psi^2(X)\varphi(x) = F(x)(x-\xi),$$

de laquelle, par le théorème d'Abel, on arrive à notre première proposition sous la forme

$$\frac{dx_1}{\sqrt{\varphi(x_1)}} + \frac{dx_2}{\sqrt{\varphi(x_2)}} + \cdots + \frac{dx_n}{\sqrt{\varphi(x_n)}} + \frac{d\xi}{\sqrt{\varphi(\xi)}} = o,$$

et, en posant $x = \rho$, on trouve pour ξ la valeur

$$\xi = \rho + \frac{1}{\alpha_n}\left[\varphi(\rho)\gamma^2_{\frac{n-3}{2}} - \beta^2_{\frac{n+1}{2}}\right].$$

» La recherche des valeurs analogues pour μ^2, a_1, a_2, ... en fonction de ρ dépasserait les limites de cette Communication, quelques développements sur les propriétés des expressions A, B étant nécessaires; pourtant je puis avancer qu'en général on a $\mu = 2\gamma_0$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les mouvements périodiques du sol.* Note de M. PH. PLANTAMOUR.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la suite de mes observations sur les mouvements du sol, accusés par des niveaux à bulle d'air, concernant l'année qui commence le 1er octobre 1879 et finit le 30 septembre 1880. Je ne me suis pas occupé du mouvement diurne, suffisamment établi par les observations de l'année précédente, qui ne peut varier d'une année à l'autre que dans des limites très restreintes, et me suis borné à faire deux observations par jour, à 9^h du matin et à 6^h du soir, dont la moyenne représente assez exactement l'inclinaison du jour.

» Ce qui caractérise essentiellement les mouvements du sol pendant l'année 1879-1880, c'est le prodigieux abaissement qui s'est manifesté du côté de l'est, de fin novembre 1879 à fin janvier 1880, et qui est bien plus considérable qu'on n'aurait pu l'attendre du froid absolu de décembre, de — 15° seulement. En revanche, la température moyenne de ce mois a été extraordinairement basse, de — 6°,08, c'est-à-dire de 6°,88 au-dessous de la température moyenne admise pour Genève. Ce froid soutenu peut donc expliquer en partie l'abaissement continu du côté est pendant le temps qu'il a régné, mais il n'explique pas pourquoi la courbe, comparativement à l'année précédente, ne se relève que d'une quantité insignifiante, et cela malgré la température généralement plus élevée depuis le mois d'avril et la chaleur assez forte que nous avons éprouvée à Genève dans la seconde moitié de juillet. En définitive, l'amplitude totale de l'abaissement du côté est, du 4 octobre 1879 au 28 janvier 1880, a été de 95″,80. L'année précédente, l'amplitude n'avait été que de 28″,08. Le jour où le côté est a atteint ensuite la plus grande élévation, le 9 septembre, il était encore à 74″,05 au-dessous du point de départ du 1er octobre 1878. N'est-on pas fondé à admettre qu'une autre cause que la température de l'air est intervenue, pour produire cette notable différence à l'égard de la première année? Cette cause ne me paraît pas pouvoir être attribuée aux deux légères secousses de tremblement de terre qui ont été ressenties à Genève le 13 et le 31 décembre 1879. L'abaissement extraordinaire du côté est a eu lieu d'ailleurs avant le 13 décembre, et le 31 n'a rien amené d'anormal. Les variations accidentelles de la température extérieure sont, comme l'année précédente, toujours accompagnées d'une élévation du côté est pour

une élévation de la température, et d'un abaissement du même côté quand la température baisse.

» Le niveau placé dans le méridien n'a pas été influencé par le froid anormal de l'hiver. Si l'on tient compte de ce que les observations dans cette direction n'ont commencé que le 23 décembre 1878 au lieu du 1[er] octobre, on constate que les oscillations du côté sud présentent, pour ces deux années, une très grande analogie, même un certain parallélisme. L'amplitude de l'oscillation pour 1878-1879 avait été de 4″,89; en 1879-1880, elle a été de 4″,56. Comme on l'avait déjà remarqué la première année, les oscillations accidentelles dans le sens du méridien ont accusé, d'octobre à mars, généralement une élévation du côté sud pour une élévation de la température, et un abaissement de ce même côté pour un abaissement de la température; tandis que d'avril à septembre une élévation de la température correspond à un abaissement du côté sud et *vice versa :* ce qui n'est guère explicable, à moins de supposer l'intervention d'un autre agent que la température extérieure.

» Ces observations de niveaux seront continuées, et la comparaison des mouvements périodiques du sol pendant plusieurs années amènera peut-être à reconnaître la cause ou les causes multiples qui les produisent. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre qui a été ressenti en Suisse, le 27 janvier* 1881. (Extrait d'une Lettre de M. **D. Colladon** à M. Dumas.)

« Genève, 4 février 1881.

» Les secousses se sont produites vers $2^h 20^m$ après midi, principalement à Berne, où l'on évalue à plus de cent le nombre des cheminées renversées. Elles ont été aussi ressenties, avec une intensité moindre, dans les cantons de Bâle, de Zurich, de Soleure, de Fribourg, de Vaud, de Genève et dans quelques rares localités en Savoie.

» Les secousses ont été relativement faibles dans le canton de Genève et dans les deux départements voisins. Dans un couvent, près du Grand-Salève (Haute-Savoie), on a ressenti une forte oscillation; d'autre part, les télégraphistes de Thonon et de Bonneville et celui de Gex (Ain) annoncent à M. Soret qu'on n'a pu leur signaler aucun indice de tremblement de terre dans ces trois localités.

» Le numéro d'octobre du Journal mensuel *Archives des Sciences physiques*

et naturelles a publié (p. 369 et suivantes) une Note de M. F.-A. Forel sur les secousses observées en Suisse et en Savoie du 30 septembre 1879 au 1er octobre 1880. Dans ces douze mois, il y a eu quatorze tremblements de terre, dont trois ont eu de l'importance pour le nombre et l'intensité des secousses.... »

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen lithologique et géologique de la météorite tombée le* 13 *octobre* 1872 *aux environs de Soko-Banja, en Serbie.* Mémoire de M. STAN. MEUNIER. (Extrait.)

« Peu de météorites ont un aspect plus hétérogène que la remarquable roche sur laquelle j'appelle l'attention, et qui est représentée au Muséum par un échantillon de près de 2kg, donné en 1878 par M. le professeur Pancitch, au nom de l'Université de Belgrade. On peut la caractériser d'un mot en disant que cette pierre, malgré de profondes différences chimiques, présente la structure du trass des bords du Rhin.

» Elle est entièrement clastique; on y remarque, à première vue, des galets un peu anguleux, quoique fortement arrondis, empâtés dans une masse bréchoïde elle-même, mais dont les éléments sont beaucoup plus petits. Ces parties constituantes, galets et masse bréchoïde générale, sont dans la même situation relative que les fragments plus ou moins anguleux de ponce et de trachyte et le conglomérat à grain fin de notre trass.

» Les galets ne diffèrent pas seulement de la brèche générale par leur structure : leur nuance et leur composition s'unissent pour les en séparer nettement. D'ailleurs, ils n'ont avec elle qu'une très faible adhérence; on peut aisément les en détacher et ils laissent alors une empreinte profonde dans la roche. L'échantillon du Muséum montre ainsi la place occupée par plusieurs de ces galets, maintenant disparus.

» La première chose à faire pour étudier la météorite de Soko-Banja était, suivant moi, et contrairement à la marche suivie par les chimistes qui s'en sont occupés, de séparer des éléments lithologiques si évidemment différents et de soumettre chacun d'eux à un examen distinct. Il fallait ensuite les comparer à des types lithologiques définis.

» Or, pour ce qui concerne les galets, la conclusion de mes études est que la roche dont ils sont formés appartient au même type que les météorites d'Ensisheim, d'Erxleben, de Kernouve, etc.: c'est l'*erxlébénite*. Quant

à la masse bréchoïde générale, elle ne saurait être distinguée, à un point de vue quelconque, de la *montréjite*, dont les météorites de Pegu, de Montréjeau, de Searsmont, entre autres, ont donné des échantillons.

» Les deux roches associées dans la brèche de Soko-Banja ne diffèrent pas beaucoup l'une de l'autre au point de vue purement chimique et même en ce qui concerne la composition minéralogique; mais il en est tout autrement pour ce qui a trait à leur histoire géologique. On n'a pas de raison pour ne pas voir dans l'erxlébénite une roche primitive, résultant de la concrétion de matériaux précédemment tenus en vapeur. Au contraire, la montréjite est manifestement un produit de trituration de roches plus anciennes, dont les débris ont été frottés, et ce n'est pas autrement que se sont associés les fragments qui composent le trass cité plus haut.

» La différence profonde qui existe entre l'erxlébénite et la montréjite, malgré l'analogie de leur composition minéralogique, est du même ordre que celle qui sépare le quartz de filon du grès quartzeux.

» La forme des galets d'erxlébénite, ainsi que celle de volumineux fragments de pyrrhotine, montre que ces deux substances ont été arrachées à des gisements plus ou moins éloignés et charriées jusque dans le conglomérat où nous les retrouvons aujourd'hui.

» Pour les galets, on peut pousser leur histoire géologique plus loin encore. Les *diaclases*, ou joints qui les traversent et qu'on ne retrouve pas dans les pierres d'Ensisheim, de Kernouve, etc., montrent qu'ils ont subi des actions mécaniques très puissantes, telles que de fortes pressions. Ces actions sont évidemment antérieures à la production de la brèche de Soko-Banja, car les diaclases ne se prolongent nullement dans la montréjite juxtaposée. C'est à elles qu'il est légitime de rapporter la fragmentation même de l'erxlébénite.

» Après la constitution définitive de la brèche de Soko-Banja, cette roche a été soumise à l'action d'émanations dont le produit a été la concrétion de fer nickelé, qui s'est logé dans certaines diaclases de l'erxlébénite et dans les interstices des éléments de la montréjite.

» Nous ne pouvons, dès maintenant, aller plus loin dans la détermination des vicissitudes géologiques de cette roche cosmique; mais ce qui précède montre, une fois de plus, l'analogie de la géologie des météorites avec la géologie terrestre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. POINCARÉ.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Puiseux.)

« Le but que je me propose, dans le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, est de rechercher s'il n'existe pas des fonctions analytiques analogues aux fonctions elliptiques et permettant d'intégrer diverses équations différentielles linéaires à coefficients algébriques. Je suis arrivé à démontrer qu'il existe une classe très étendue de fonctions qui satisfont à ces conditions et auxquelles j'ai donné le nom de *fonctions fuchsiennes*, en l'honneur de M. Fuchs, dont les travaux m'ont servi très utilement dans ces recherches.

» Voici les notations dont je ferai usage. Soit z une variable imaginaire représentée par un point dans un plan. Si j'appelle K_1 l'opération qui consiste à changer z en $f_1(z)$, K_2 celle qui consiste à changer z en $f_2(z)$, j'écrirai habituellement

$$zK_1 = f_1(z), \quad zK^2 = f_2(z), \quad zK_1K_2 = f_2[f_1(z)].$$

» Quand z restera intérieur à une certaine région R, zK_1 restera intérieur à une certaine région S; j'écrirai

$$S = RK_1.$$

» J'appelle *cercle fondamental* le cercle qui a pour centre l'origine et pour rayon l'unité; *groupe hyperbolique* le groupe des opérations qui consistent à changer z en $\frac{az+b}{cz+d}$ (a, b, c, d étant des constantes), et qui n'altèrent pas le cercle fondamental; *groupe discontinu*, tout groupe qui ne contient pas d'opération infinitésimale, c'est-à-dire d'opération changeant z en une quantité infiniment voisine de z; *groupe fuchsien*, tout groupe discontinu contenu dans le groupe hyperbolique.

» J'appelle *fonction fuchsienne* toute fonction uniforme de z qui n'est pas altérée par les opérations d'un groupe fuchsien.

» Il fallait d'abord former tous les groupes fuchsiens; j'y suis arrivé à l'aide de la Géométrie non euclidienne, dont je ne parlerai pas ici. J'ai fait

voir que la surface du cercle fondamental peut se décomposer (et cela d'une infinité de manières) en une infinité de régions R_0, R_1, ..., R_i, ..., satisfaisant aux conditions suivantes :

» I. Ces régions sont des polygones curvilignes dont les côtés sont des arcs de cercle appartenant à des circonférences qui coupent orthogonalement le cercle fondamental.

» II. On a, quel que soit l'indice i,

$$R_i = R_0 K_i,$$

K_i étant une opération du groupe hyperbolique.

» Il est clair que les différentes opérations K_i forment un groupe discontinu contenu dans le groupe hyperbolique, c'est-à-dire un groupe fuchsien.

» Problème I. — *Est-il possible d'effectuer cette décomposition de telle façon que la première de ces régions* R_0 *soit un polygone curviligne donné?*

» Prenons un exemple particulier; envisageons deux triangles curvilignes ABC, BCD dont les côtés soient des arcs appartenant à des circonférences qui coupent orthogonalement le cercle fondamental. Supposons que les angles curvilignes de ces triangles soient égaux respectivement :

$$\text{BAC et BDC à } \frac{\pi}{\alpha},$$

$$\text{CBA et CBD à } \frac{\pi}{\beta},$$

$$\text{BCA et BCD à } \frac{\pi}{\gamma},$$

α, β, γ étant des nombres entiers positifs (finis ou infinis), et tels que

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} + \frac{1}{\gamma} < 1.$$

» On pourra décomposer la surface du cercle fondamental en une infinité de régions R_0, R_1, ..., R_i, ... satisfaisant aux conditions I et II et de telle sorte que R_0 soit précisément le quadrilatère ABCD. A ce mode de décomposition correspond un groupe fuchsien que j'appelle le groupe (α, β, γ).

» Je résous ensuite le problème I dans le cas général et je montre comment on peut former tous les groupes fuchsiens et en donner une classification rationnelle à deux points de vue différents.

» Parmi les groupes fuchsiens, il en est qui méritent d'attirer particulièrement notre attention :

» 1° Le groupe (2, 3, ∞), qui est isomorphe au groupe des opérations qui changent z en $\frac{az+b}{cz+d}$, a, b, c, d étant des entiers tels que $ad - bc = 1$.

» 2° Certains groupes qui sont isomorphes aux groupes des substitutions linéaires à coefficients entiers, qui reproduisent une forme quadratique ternaire indéfinie à coefficients entiers.

» L'existence de ces groupes fait ressortir les liens intimes qui unissent la théorie des nombres à la question analytique qui nous occupe.

» J'appelle *fonction thétafuchsienne* toute fonction $\Theta(z)$ uniforme en z, et telle que (K_i étant une opération quelconque d'un groupe fuchsien) on ait identiquement

$$\Theta(zK_i) = \Theta(z)\left(\frac{dzK_i}{dz}\right)^{-m},$$

m étant un nombre entier positif.

» En d'autres termes, pour une infinité de valeurs de a, b, c, d, telles que

$$ad - bc = 1,$$

on aura identiquement

$$\Theta\left(\frac{az+b}{cz+d}\right) = \Theta(z)(cz+d)^{2m}.$$

» Je démontre qu'il existe une infinité de fonctions thétafuchsiennes définies par la série convergente

$$\sum_{i=1}^{i=\infty} H(zK_i)\left(\frac{dzK_i}{dz}\right)^{m}.$$

m est un nombre entier plus grand que 1; K_i est une opération quelconque d'un groupe fuchsien quelconque G; $H(z)$ est une fonction rationnelle de z.

» Il peut se présenter deux cas : 1° Tous les points du cercle fondamental sont des points singuliers essentiels de $\Theta(z)$; il y a alors en réalité deux fonctions distinctes : la première n'existe qu'à l'intérieur du cercle fondamental, la seconde à l'extérieur seulement, car on ne peut passer de l'une à l'autre par continuité. 2° $\Theta(z)$ a une infinité de points singuliers essentiels sur le cercle fondamental, mais ces points singuliers sont isolés, de sorte que la fonction existe dans tout le plan.

» Cette fonction est toujours méromorphe, sauf sur le cercle fondamental; j'indique le moyen de calculer le nombre de ses zéros distincts et de ses infinis distincts. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les lois qui régissent les périodes et les coefficients d'intensité, dans l'un des principaux groupes des forces électromotrices élémentaires dues à l'induction solaire, et sur la possibilité de faire servir l'aiguille aimantée à mesurer la vitesse avec laquelle le Soleil tourne autour de son axe.* Note de M. QUET.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Les forces électromotrices élémentaires dues à l'induction du Soleil se partagent en deux groupes, suivant que leurs périodes sont indépendantes de la vitesse de rotation de l'astre, ou lui sont liées. Les principales périodes du premier groupe sont le jour et l'année solaires, et elles suffisent pour expliquer la variation diurne des boussoles, son inégalité horaire de douze mois et la variation annuelle. Parmi les périodes du second groupe, j'aurai à en signaler une dont la durée est égale à celle de la rotation apparente du Soleil, qui appartient à la force la plus intense du groupe, et qui, à cause de ce double caractère, pourra peut-être servir de base pour mesurer la vitesse avec laquelle le Soleil tourne autour de son axe. Je ne m'occuperai, dans ce qui va suivre, que des forces du second groupe.

» La durée de la rotation du Soleil n'étant pas exactement connue, il n'est pas possible de calculer *a priori* les valeurs numériques des périodes du groupe pour les comparer aux observations; toutefois on peut tirer parti des lois qui régissent soit les périodes, soit les coefficients d'intensité des forces.

» Certaines périodes diffèrent peu du jour moyen, d'autres s'en éloignent beaucoup, toutes suivent une loi très simple, lorsque les forces sont considérées à la même heure de chaque jour. Voici cette loi : *Les inverses des durées périodiques forment une progression arithmétique dont la raison est* 0,002737 *ou l'inverse de l'année solaire.* Une des périodes du groupe, et c'est la principale, comme on le verra bientôt, a même durée que la rotation apparente du Soleil. Si l'on admettait que cette période fût de $25^j,92$, on aurait, d'après la loi précédente, ces valeurs pour les autres périodes : $27^j,90$; $30^j,21$; $32^j,94$;...; et $24^j,22$; $22^j,70$; $21^j,85$; $20^j,20$; ....

» Le plus grand coefficient d'intensité appartient à la force dont la durée périodique est égale à celle de la rotation apparente du Soleil. Ce résultat remarquable de la théorie nous paraît être important, car on trouve là un caractère pour reconnaître la période. Ce coefficient ne s'évanouirait

pas si les équateurs de la Terre et du Soleil se confondaient en un seul plan avec l'écliptique. Les deux coefficients qui, par ordre de grandeur, viennent après lui, correspondent à des périodes telles que les inverses de leurs durées s'obtiennent en retranchant et en ajoutant 0,002737 à l'inverse de la période principale; ils l'annuleraient si les plans de l'écliptique et des deux équateurs n'en faisaient qu'un. Dans l'exemple déjà cité, où la période principale a été supposée de $25^j,92$, les deux périodes secondaires les plus importantes seraient de $27^j,90$ et $24^j,22$. Les autres coefficients des forces élémentaires sont relativement faibles et s'évanouiraient avec l'inclinaison de l'équateur solaire sur l'écliptique. Enfin, il est à remarquer que tous les coefficients s'annuleraient ou deviendraient très petits, si l'axe magnétique du Soleil coïncidait avec l'axe de rotation, ou faisait un très petit angle avec lui; dans ce dernier cas, les forces électromotrices pourraient être trop faibles pour qu'il en résultât un effet sensible sur les boussoles.

» Consultons maintenant l'observation. On connaît depuis longtemps une période magnétique de $25^j,92$, signalée d'abord par M. Brown et confirmée ensuite par M. Hornster. Elle est accompagnée d'autres périodes plus difficiles à mesurer et dont l'existence est révélée par ce fait que, chaque année, quelques-uns des quatorze maxima dus à la période de $25^j,92$ ne se produisent pas. Il y a donc à distinguer, dans les phénomènes, une période principale et des périodes secondaires. J'ai fait voir que le second groupe de forces électromotrices peut se trouver sans efficacité, ou devenir efficace, suivant l'inclinaison mutuelle des deux axes du Soleil. Si c'est le premier cas qui a lieu dans la nature, on devra attribuer la période de $25^j,92$ à une autre cause que l'induction solaire; si c'est, au contraire, le second, comme les forces sont alors assez intenses, les variations des boussoles se régleront sur leurs périodes et devront mettre en évidence surtout la période principale de la théorie; on fera naturellement coïncider cette dernière avec la période principale de l'observation, qui est de $25^j,92$, et on en conclura que la rotation apparente du Soleil est de $25^j,92$ et sa rotation sidérale de $24^j,22$. Mais quel est celui de ces deux cas qui se présente dans la nature? Il est clair que si les forces du groupe sont efficaces, ce n'est pas seulement la période principale de la théorie qui doit être reproduite. Les périodes secondaires les plus importantes devront se manifester aussi : donc, si la période magnétique de $25^j,92$ représente la période principale de la théorie, il faudra que les phénomènes secondaires qui accompagnent cette période magnétique s'accordent avec les périodes de $27^j,90$ et $24^j,22$, et d'autres périodes du tableau déjà cité. C'est à l'observation

qu'il appartient de décider si cet accord existe ou ne se vérifie pas ; de montrer, par conséquent, s'il est possible de faire servir l'aiguille aimantée à mesurer la vitesse de rotation du Soleil; d'indiquer le degré de probabilité de cette méthode, et d'estimer, s'il y a lieu, le degré d'approximation qu'elle peut fournir.

» Voici maintenant quelques détails de calcul. J'avais démontré, dans les *Comptes rendus* du 2 décembre 1878, que, si l'on projette sur une direction quelconque la force d'induction due à la rotation du Soleil, on a cette expression

$$X' = -\frac{KMN}{2R^2}[e(\cos V_1 - 3hh') + 2h\lambda'].$$

e et λ' sont les cosinus des angles que le rayon vecteur R du Soleil et l'axe de rotation de l'astre font avec la direction de projection; V_1 est l'angle que l'axe magnétique du Soleil fait avec l'axe de rotation; h et h' sont les cosinus des angles que ces deux axes font avec la direction du rayon vecteur R; M est le moment magnétique du Soleil; N la vitesse angulaire de rotation de l'astre; K une constante qui dépend des unités choisies pour mesurer les grandeurs.

» J'ai appliqué cette formule générale à trois directions fixes de la Terre, savoir : les traces équatoriales de deux méridiens rectangulaires et l'intersection de ces méridiens. En séparant les forces électromotrices élémentaires dont les périodes dépendent de la vitesse de rotation du Soleil, j'ai obtenu, pour les représenter, les expressions suivantes :

$$X_i = L_i \sin V_1 \cos(2\pi a_i t - l_i), \quad Y_i = -L_i \sin V_1 \sin(2\pi \alpha_i t - l_i),$$
$$Z_j = P_j \sin V_1 \cos(2\pi b_j t - p_j), \quad a_i = 1 \pm \left(\frac{1}{T'} + \frac{i}{T}\right), \quad b_j = \frac{1}{T'} + \frac{j}{T}.$$

$L \sin V_1$, $P \sin V_1$ sont des coefficients d'intensité qui dépendent des indices i et j; le premier de ces coefficients change, en outre, de valeur, pour le même indice i, suivant que, dans l'expression de a_i, on prend le signe + ou le signe — ; T est la durée de l'année, T' celle de la rotation sidérale du Soleil.

» La force qui correspond à $j = -1$ a le plus grand coefficient d'intensité; les deux forces secondaires les plus importantes correspondent l'une à $i = -2$ avec le signe — dans l'expression de a_i, l'autre à $i = 0$ avec le signe +.

» Les formules qui précèdent mettent en évidence les principales lois

que j'ai énoncées. On arrive à des résultats analogues en examinant l'induction produite par la révolution de la Terre autour du Soleil. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les relations qui existent entre la température, la pression et la circulation de l'air, à la surface de la péninsule ibérique.* Note de M. L. TEISSERENC DE BORT, présentée par M. Hervé Mangon.

(Commissaires : MM. Jamin, Desains, Daubrée, H. Mangon.)

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 17 novembre 1879, j'ai signalé certaines relations entre la distribution des températures et des pressions moyennes déduites de l'étude des saisons extrêmes sur l'ensemble du globe. En cherchant à préciser ces relations pour une région limitée, où les conditions de la circulation sont simples et les observations assez nombreuses, j'ai été amené à étudier la distribution des trois éléments, température, pression et vent, sur la péninsule ibérique et les régions voisines. La discussion de Cartes basées sur les observations de neuf années consécutives me conduit aux résultats suivants.

» En hiver, la péninsule est plus froide que les mers qui l'environnent; on y trouve un maximum barométrique se rattachant d'une part aux pressions élevées de Madère, et de l'autre à celles de l'Europe centrale.

» L'air, tout autour de la péninsule, se dirige vers la mer et se disperse par les côtes, comme le ferait un liquide s'échappant d'un bassin alimenté par une source centrale. Il y a donc dans cette saison un courant d'air descendant sur la péninsule ibérique.

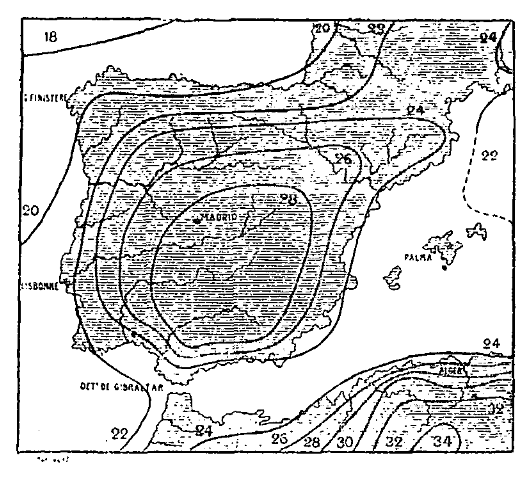
» En été, et en général dans la saison chaude, la température de la péninsule est en excès notable sur celle des régions voisines, et les isothermes se groupent autour d'un maximum situé au centre de l'Espagne (*fig.* 1); la pression, au contraire, offre un minimum, et les isobares sont d'autant plus serrées que les isothermes sont moins espacées (*fig.* 2). La différence de pression entre la côte et l'intérieur varie en moyenne de 2^{mm} dans le cours de la journée et se trouve la plus grande à l'heure où la différence de température entre la côte et l'intérieur se trouve la plus considérable, ce qui a lieu à l'heure du maximum thermique.

» Le mouvement de l'air bien marqué est dirigé de la côte vers l'intérieur sur tout le pourtour de la péninsule, et cette disposition convergente de l'air implique l'existence d'une composante verticale ascendante dans son mouvement.

» Dans les saisons intermédiaires, les isothermes sont à peu près perpendiculaires aux méridiens, et leur répartition est presque indépendante de la configuration des côtes. Les isobares sont alors réparties uniformément et se groupent autour des grands centres d'action de l'atmosphère, dont le plus important est, pour cette région, le maximum barométrique océanien.

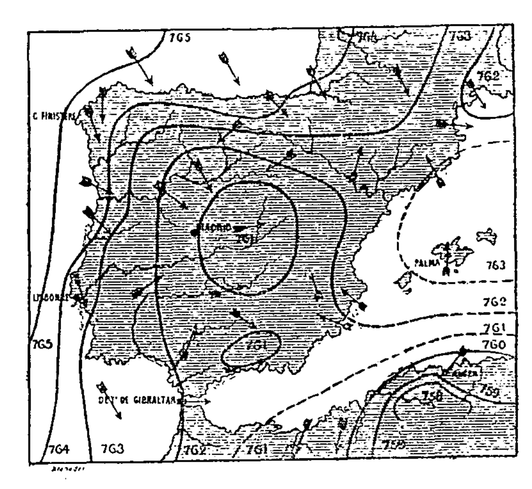
» Les maxima et minima moyens de la pression, accompagnés de mou-

Fig. 1.



Isothermes moyennes de juillet.

Fig. 2.



Isobares moyennes de juillet.

vements descendants et ascendants de l'air, s'établissent sur la péninsule avec les maxima et les minima de température, et disparaissent lorsque les isothermes n'offrent plus de points singuliers. Nous pensons donc qu'on doit rattacher ces phénomènes à la distribution de la température. Ce régime opposé entre l'hiver et l'été et les mouvements de l'air qui en sont la conséquence permettent d'assimiler l'Espagne aux pays à moussons; elle en possède du reste les divers caractères climatologiques. Le passage du régime d'été à celui d'hiver se fait en octobre. Le nord de l'Espagne est le premier atteint par le refroidissement et occupé par les hautes pressions; puis le changement s'étend à la région moyenne et au sud de l'Espagne.

» Le changement de régime est accompagné de mouvements atmosphériques assez violents et des phénomènes consécutifs. C'est ainsi que les inondations dont Murcie a été victime à plusieurs reprises ont eu généralement lieu du 15 au 25 octobre, époque de la *viraison* dans le sud-est de la péninsule.

» Après avoir étudié les phénomènes moyens, il m'a paru intéressant

de rechercher sur les Cartes synoptiques et simultanées comment l'action de la péninsule se révélait dans les phénomènes journaliers.

» La tendance à hautes pressions qui domine pendant l'hiver en Espagne se manifeste, soit en amenant sur la péninsule la présence d'un maximum barométrique indépendant, soit en renforçant les maxima qui se trouvent au sud vers Madère ou au nord sur la France.

» La tendance à basses pressions de l'été est indiquée, dans les Cartes journalières, par l'existence très fréquente, en Espagne, de minima barométriques qui subsistent sur la péninsule sans se déplacer bien sensiblement. Ces minima s'établissent avec les hautes températures du centre de l'Espagne et disparaissent avec elles.

» En dehors de ces minima, dus à l'inégalité de répartition de la température, on observe aussi sur l'Espagne d'autres dépressions qui paraissent se rattacher à la circulation générale.

» Ces minima viennent du large, traversent l'Espagne et gagnent ensuite le sud-est de la France ou la Méditerranée. On peut les assimiler aux tourbillons de nos régions, et ils font généralement partie d'un système de basses pressions se déplaçant du sud-ouest au nord-est. Ils subissent, pendant la saison chaude, l'influence des températures élevées du centre de la péninsule et se creusent à leur arrivée sur ce continent.

» C'est par des actions de ce genre que les causes locales, souvent peu intenses, mais continues, altèrent la circulation générale de l'atmosphère, de façon à imprimer à chaque région son caractère climatologique spécial. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Du m'boundou (poison d'épreuve des Gabonais); nouvelles recherches physiologiques, chimiques, histochimiques et toxicologiques.* Mémoire de MM. **Ed. Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présenté par M. A. Chatin [1]. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi au Concours du prix Barbier.)

« ..... De l'ensemble de ces recherches se dégage d'une manière définitive cette vérité aujourd'hui démontrée que, contrairement aux opinions de Rabuteau et de Testut, le m'boundou (*Strychnos*) ne renferme qu'un seul alcaloïde, la strychnine, et agit uniquement par ce principe actif,

---

[1] Ce Mémoire, accompagné de 47 tracés graphiques, paraîtra dans le numéro de mars du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de MM. Ch. Robin et G. Pouchet.

qui se trouve surtout accumulé dans l'écorce de la racine, et particulièrement dans les cellules libériennes et cambiales de cette écorce. On ne retrouve absolument que cet alcaloïde dans le foie, les reins, l'estomac, les testicules, le cerveau et la moelle des animaux qui ont succombé à ce toxique.

» Il ressort en outre de cette étude un fait non moins important en raison du caractère de généralité qu'il pourrait revêtir dans la physiologie des poisons. Les *Strychnos* ont été divisés en *convulsivants* ou *tétanisants* et en *paralysants*. En tête des premiers se place le *Strychnos Nux vomica* L. avec son cortège d'espèces congénères asiatiques; les seconds sont au contraire presque exclusivement constitués par les espèces américaines, telles que *St. Crevauxi*, *Gubleri*, *Castelneana*, etc., utilisées pour la préparation du curare. D'après nos observations, nous voyons d'une façon certaine que la strychnine peut produire sur les animaux à sang froid, ainsi que l'avait entrevu M. le Dr Testut en se basant sur des données moins précises, l'une ou l'autre de ces actions (*tétanique* ou *paralysante*), suivant la dose d'alcaloïde mise en jeu : les fortes doses agissent comme paralysantes et les faibles comme tétaniques. Il est donc fort possible que les strychnées convulsivantes renferment sous le même volume de matière extractive une dose d'alcaloïde plus faible que celles réputées paralysantes, et dès lors il ne serait plus permis de laisser subsister une distinction qui ne repose jusqu'ici que sur de simples apparences, dépouillées de toute donnée scientifique bien établie.

» Nos observations sur les grenouilles viennent confirmer les déductions de recherches récentes entreprises par M. Ch. Richet et communiquées sous ce titre : *De l'action de la strychnine à très forte dose sur les Mammifères*. Ce savant a injecté de fortes quantités (à des chiens et à des lapins) de sels de strychnine, jusqu'à $0^{gr},05$ par kilogramme d'animal, et il a observé l'*absence complète de mouvements spontanés ou réflexes,* de sorte que « l'animal est » dans un état analogue à celui d'un animal curarisé ou alcoolisé ». Nous avons obtenu des résultats semblables dans nos recherches, qui datent de deux ans, en employant sur les grenouilles des doses doubles ($0^{gr},10$ pour 1000 du poids de l'animal) de celles mises en cause par M. Richet, soit en nous servant de sels de strychnine, soit en utilisant des solutions d'extrait de m'boundou dosées.

» Il nous reste maintenant, pour juger définitivement de la valeur de la distinction établie au point de vue physiologique entre les divers *Strychnos*, à expérimenter comparativement les *Strychnos* américains et ceux de pro-

venance asiatique, de la même façon que nous avons procédé vis-à-vis du m'boundou et de la strychnine. C'est ce que nous nous proposons de faire quand nous aurons les matériaux de cette étude. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le traitement des vignes phylloxérées, par insufflation de vapeurs de sulfure de carbone.* Note de M. **Ch. Bourdon**, présentée par M. H. Mangon. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je me suis proposé de remplacer le traitement des vignes phylloxérées par le sulfure de carbone injecté au pal, ou à l'aide des autres procédés aujourd'hui le plus employés, par une opération simple permettant de traiter en une seule fois une surface assez étendue, exigeant peu de main-d'œuvre et pouvant se prolonger autant qu'il est nécessaire et se renouveler en toute saison.

» Ce résultat ne pouvait être obtenu qu'à l'aide d'une installation permanente, destinée à distribuer souterrainement un agent capable de détruire les Phylloxeras et inoffensif pour la vigne.

» Cet agent devant pouvoir se répartir dans un terrain de profil quelconque, je le cherchai parmi les fluides gazeux, qui se distribuent aisément dans des canalisations compliquées et pénètrent tous les interstices du sol.

» Le sulfure de carbone, qui a déjà donné des résultats satisfaisants, est très volatil; sa vapeur, très dense, tend naturellement à séjourner dans le sol : ce corps était donc tout indiqué comme agent toxique, et c'est surtout en vue de son emploi que je combinai mon appareil.

» Il n'est pas nécessaire que les vapeurs soient pures : diluées dans un volume d'air même considérable, elles forment encore un mélange insecticide qui a l'avantage d'être moins dangereux pour la vigne. De plus, ce procédé permettant d'augmenter le volume de gaz fourni par un poids donné de sulfure, on réalisera une économie, ou bien pour la même dépense les résultats seront plus complets. Il importe, d'autre part, de continuer le traitement avec la même intensité pendant toute la durée de l'éclosion des œufs du Phylloxera. L'emploi du pal ne remplit qu'incomplètement cette condition. Le procédé par submersion, tout en la réalisant, ne peut être employé en tout lieu et en toute saison. Ni l'un ni l'autre procédé ne se prête d'ailleurs bien au traitement préventif. Le procédé par insufflation,

que je propose, permet au contraire de donner au traitement la durée convenable.

» Les vapeurs sont réparties dans le sol au moyen d'un drainage auquel je donne les dispositions suivantes :

» 1° En terrain plat : canalisation centrale étanche, munie de tubulures dans lesquelles s'emmanchent de petits drains latéraux, placés bout à bout et manchonnés pour éviter les obstructions. Les gaz refoulés sortent par les intervalles des petits drains et sous les manchons.

» 2° En terrain incliné : avec une canalisation centrale suivant la pente du sol, les vapeurs, étant très denses, s'accumuleraient dans la partie inférieure ; il paraît donc préférable de placer les drains en zigzag.

» J'ai trouvé que la diffusion des gaz dans le sol est très uniforme et que des canalisations distantes de 4^{m}, posées à $0^{m},50$ de profondeur, donnent un résultat satisfaisant.

» On est donc conduit à employer par hectare environ 100^{m} de gros drains et 2300^{m} de petits, ce qui entraîne, y compris l'installation, une dépense de 1000^{fr} au plus.

» L'appareil d'insufflation doit être simple, fonctionner régulièrement et n'exiger ni surveillance, ni entretien. Je songeai alors à monter sur un chariot une machine employée pour l'éclairage aux vapeurs de pétrole et consistant en un compteur à gaz dont l'axe est mis en mouvement par un moteur à poids. Suivant mes prévisions, un appareil destiné au traitement d'un hectare devra pouvoir insuffler 600^{mc} d'air par vingt-quatre heures. Cela conduit aux nombres suivants :

» $0^{m},900$ de diamètre, $0^{m},700$ de largeur environ et un poids moteur de 900^{kg} tombant de $3^{m},300$ en douze heures.

» Dans ces conditions, si l'on veut injecter en quinze jours 30^{gr} de sulfure par mètre carré, on trouve que le dosage du mélange sera de 1^{kg} de vapeur de sulfure pour 30^{mc} d'air.

» En août dernier, j'ai expérimenté ce procédé dans le département de Saône-et-Loire, dans un clos de vignes appartenant à M. Goubert de Dracy; les unes étaient complètement perdues, les autres très attaquées, mais possédaient encore une certaine vigueur. Pour une surface de 364^{mq} j'employai en tout 8^{kg} de sulfure (22^{gr} par mètre carré). Les vapeurs furent diluées dans 426^{mc} d'air (dosage de 1^{kg} de sulfure pour 53^{mc} d'air) : j'obtins ainsi un volume de gaz toxique 184 fois plus grand que si j'avais injecté le sulfure liquide.

» Malgré la forte proportion d'air contenue dans le mélange, le succès de l'opération fut complet, et les personnes compétentes reconnurent que tous les Phylloxeras étaient morts : la vigne, quoique en pleine végétation à ce moment, n'avait subi aucune altération. Ce résultat obtenu est d'autant plus surprenant que le mélange de l'air et des vapeurs sulfocarbonées se faisait alors dans des conditions très irrégulières.

» J'ai remédié à cet inconvénient en divisant le socle de mon nouvel appareil en deux compartiments : 1° un réservoir de sulfure liquide; 2° une chambre d'évaporation.

» Un poids connu de liquide passe du réservoir dans la chambre, à intervalles réguliers, au moyen d'un petit distributeur dont le mouvement, obtenu par le moteur à poids, est solidaire de celui du compteur; le dosage est, par suite, indépendant de la vitesse de l'appareil.

» Pour traiter simultanément une surface de 1 ou 2 hectares, on devrait recourir à des moteurs plus puissants et moins encombrants : c'est là un point que j'étudierai prochainement.

» En résumé, le procédé que je propose supprime presque complètement la main-d'œuvre, évite les manipulations multipliées de sulfure, présente plus de garanties pour la conservation de la vigne, et, pour une même dépense de sulfure, assure un succès plus certain, par suite de l'action uniforme et prolongée de l'agent toxique. Enfin, mes premiers essais montrent que ce procédé se prête en toute saison à un traitement *préventif* ou *curatif*.

» On ne peut éviter, il est vrai, une dépense de première installation, mais on en retire un double avantage : d'abord celui de garantir les vignes de l'action du Phylloxera, puis une augmentation de production due au drainage et à l'aération du sol.

» Il reste encore bien des études à faire, notamment en ce qui concerne l'économie des installations, et à chercher la meilleure proportion d'air à mélanger aux vapeurs de sulfure; mais le succès d'une première expérience, montrant que ce mode de traitement est rationnel, permet d'espérer, à l'avenir, des résultats tout à fait satisfaisants.

» De plus, ce procédé se prêterait également à l'emploi d'insecticides gazeux moins coûteux et moins dangereux pour la vigne que ne le sont les vapeurs sulfocarbonées, et d'une manière générale à l'emploi des gaz en agriculture comme agents insecticides ou fertilisants. »

M. **Alph. Picard** soumet au jugement de l'Académie quatre Mémoires, portant pour titres :

1° Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles;
2° Sur la formation des équations d'élasticité dans les corps cristallisés;
3° Sur la distribution de l'électricité dans deux sphères conductrices voisines et électrisées;
4° Sur le mouvement de la chaleur dans un ellipsoïde à trois axes inégaux.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bonnet, Puiseux.)

M. **B. Pagès**, MM. **E. Goubert** et **J. Boutoux** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le Tableau général des mouvements du cabotage en 1879.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « La clef de la Science; explication vraie des faits et des phénomènes des Sciences physiques, par le *Dr E.-C. Brewer* », 6e édition, par M. l'abbé *Moigno*.
2° Un Opuscule de M. *J. Guinant*, portant pour titre « Hygiène et prophylaxie de la syphilis des verriers, par la visite sanitaire périodique ».

(Renvoi au Concours des arts insalubres.)

M. **F. Breton** (**de Champ**) prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de M. *Chasles*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel**, chargé par M. Frédéric Kuhlmann de faire connaître à l'Académie la perte considérable qu'elle vient d'éprouver par le décès de son père, se rend son interprète auprès de la Compagnie :

« M. Kuhlmann, notre éminent Correspondant, vient de terminer une longue vie, occupée par des travaux intéressant à la fois la Science pure, les arts chimiques, l'agriculture, l'enseignement public, le grand commerce et les soins de l'administration d'un département important.

» Parmi ses nombreuses publications, quel est le chimiste qui ait oublié celles qui ont fait connaître l'action des acides concentrés sur l'acide cyanhydrique et sa conversion en sels ammoniacaux, la conversion de l'acide azotique en ammoniaque sous l'influence de l'hydrogène et celle de l'ammoniaque en acide azotique sous l'influence de l'oxygène, en présence de l'éponge de platine? Quel est l'industriel qui ne se souvienne des améliorations qu'il a introduites dans la fabrication de l'acide sulfurique; du parti qu'il a su tirer des composés fournis par la baryte, des curieux essais concernant le verre soluble qu'il a multipliés sous tant de formes et des applications qu'il a su en faire sortir?

» Les agriculteurs lui reportent, avec raison, l'honneur d'avoir mis en évidence le premier les effets utiles des sels ammoniacaux sur la végétation et celui d'avoir éclairé d'une vive lumière les phénomènes de nitrification qui s'accomplissent à la surface du sol et leurs rapports avec la fertilisation des terres.

» M. Kuhlmann s'était formé auprès de Vauquelin. Il avait conservé de son passage dans son laboratoire modeste et de ses longs contacts avec ce maître si digne de vénération les habitudes simples, les sentiments justes et le respect du bon sens qui caractérisaient tous les élèves de son école.

» M. Kuhlmann, à la tête des vastes établissements qu'il avait fondés et auxquels sa prudence assurait une longue prospérité, se servait de son influence et de sa fortune pour exciter autour de lui un utile mouvement scientifique. Il avait créé la chaire de Chimie de Lille, qui devint le germe de la Faculté des Sciences. Il enrichissait de ses largesses toutes les entreprises utiles et toutes les associations de bien public auxquelles il appartenait.

» Placé sur un point de passage pour l'Angleterre, les pays du Nord, la France et les contrées méridionales, sa maison était devenue une station hospitalière pour les savants de tous les pays, sûrs d'y trouver le plus noble et le plus libéral accueil. Beaucoup d'entre eux ont disparu, mais combien d'entre nous encore, qui, en perdant en M. Kuhlmann un ami, se reportent avec émotion sur les souvenirs ineffaçables qu'ont laissés dans leur cœur

ces réunions où les nations les plus diverses envoyaient leurs représentants venus de tous les points de l'horizon, amenés par une pensée commune, l'amour de la Science et le culte désintéressé de la vérité! »

PHYSIQUE. — *Recherches sur le magnétisme spécifique de l'ozone.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans le cours de mes recherches sur les pouvoirs rotatoires magnétiques des gaz ([1]), l'oxygène a présenté des anomalies remarquables qui m'ont conduit à reprendre l'étude des propriétés magnétiques de ce gaz, découvertes par mon père ([2]), et à évaluer le magnétisme spécifique de l'ozone.

» A cet effet, j'ai installé sur le gros électro-aimant du Muséum une balance de torsion enfermée dans une éprouvette verticale en verre, où l'on peut faire le vide et introduire divers gaz. Le fil de torsion employé a été un fil d'or très fin, de $0^m,32$ de long, soutenant un petit barreau en verre formé d'un tube plein d'air fermé à ses deux extrémités; un microscope visait un repère tracé sur le barreau et permettait de ramener toujours celui-ci à une position fixe, environ à 45° de la ligne des pôles de l'électro-aimant.

» Lorsque l'on aimantait celui-ci, le petit barreau était attiré, et par une torsion convenable du fil d'or on équilibrait cette attraction de façon à ramener le barreau dans sa position initiale. On sait que dans ces circonstances, en vertu d'un principe analogue au principe d'Archimède, l'attraction mesurée est la différence entre l'action exercée sur le barreau et celle qui s'exerce sur un égal volume du gaz ambiant. En mesurant l'attraction dans le vide, on a l'effet produit sur le barreau seul, et la différence entre la torsion ainsi obtenue et celle qu'on observe dans divers gaz mesure l'action exercée par l'aimant sur le gaz. On a vérifié du reste à plusieurs reprises, en déterminant le temps des oscillations du petit barreau, sous l'influence seule de la torsion du fil, que l'élasticité de celui-ci n'avait pas changé pendant la durée des expériences.

» L'oxygène ozoné était préparé en faisant passer de l'oxygène pur et sec au travers d'un appareil à effluves tel que l'a disposé M. Berthelot, et le gaz était recueilli sur l'acide sulfurique, sous une cloche en verre munie

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 289; 1880.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVIII, p. 323; 1850.

d'un robinet en verre. De là, au moyen de conduits entièrement en verre, il passait dans l'éprouvette, où l'on avait préalablement fait le vide.

» Malgré ces précautions, et peut-être en raison de la présence de traces de matières organiques (graisses, résine), l'ozone se décomposait rapidement dans l'éprouvette, et il n'a pas été possible d'obtenir avec certitude la composition exacte des mélanges ozonés auxquels correspondent les mesures. L'augmentation progressive de l'attraction du barreau permettait du reste de suivre la décomposition de l'ozone. Les diverses analyses que j'ai pu faire montrent seulement que les mélanges étudiés contenaient des proportions d'ozone qui ont varié entre 0,02 et 0,10 en volume.

» Les résultats obtenus offrent cependant un intérêt assez grand, et peuvent en moyenne se résumer ainsi :

» Le petit tube de verre, attiré dans le vide, était ramené à sa position primitive par une torsion de 14°22'. Dans l'oxygène, à la température de 10° et à la pression de 760^{mm} de mercure, pour la même intensité magnétique, la torsion n'était plus que 3°52', ce qui pour l'effet exercé sur l'oxygène seul donne une attraction de 10°30'.

» Dans les mêmes conditions d'expérience, en substituant à l'oxygène un mélange ozoné ayant traversé très lentement l'appareil à effluves à la température de 10° et à la pression atmosphérique, la torsion a été 2°29'. L'attraction exercée sur le mélange gazeux était donc représentée par 11°53', soit une augmentation de 0,13 sur le magnétisme spécifique de l'oxygène.

» En plaçant l'appareil à effluves dans un mélange réfrigérant de glace et de sel marin, on obtient un mélange gazeux plus riche en ozone. Ce mélange, dans les conditions d'expérience qui viennent d'être précisées, a manifesté une augmentation de 0,23, soit près de $\frac{1}{4}$, sur le magnétisme spécifique de l'oxygène.

» L'ozone est donc plus magnétique que l'oxygène, et, malgré l'incertitude qui règne sur la véritable composition des mélanges ozonés étudiés, incertitude qui ne permet pas de donner aujourd'hui de nombre précis pour l'ozone, supposé isolé, il est facile de voir que le rapport du magnétisme spécifique de l'ozone à celui de l'oxygène est *très notablement plus grand que le rapport supposé des densités*. Le magnétisme spécifique de l'ozone est donc plus grand que celui qui correspondrait à la quantité d'oxygène qu'il contient. Ce phénomène est intéressant en ce qu'il peut être rapproché de ceux que présentent certains corps magnétiques, qui, à des états de condensation différents, donnent des effets magnétiques croissant beaucoup plus vite que le rapport des densités.

» Je fais du reste disposer un appareil qui me permettra, je l'espère, de doser exactement l'ozone formé au moment de chaque expérience et de donner la véritable valeur du magnétisme spécifique de ce corps remarquable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes électriques de la tourmaline et des cristaux hémièdres à faces inclinées.* Note de MM. **Jacques** et **Pierre Curie**, présentée par M. Friedel.

« I. Quelques années après la publication de ses belles recherches sur la tourmaline, Gaugain a donné une théorie du phénomène de la pyro-électricité. D'après lui, la tourmaline serait assimilable, pendant une variation de température, à une pile thermo-électrique d'une très grande résistance et d'une très grande force électromotrice. Pour montrer la possibilité de l'existence de semblables piles, il fit souder de petits cônes de bismuth et de cuivre alternativement les uns aux autres et cela alternativement par les pointes et par les bases; lors d'une variation de température, les soudures étroites étaient plus rapidement influencées que les soudures larges et le système constituait momentanément une pile thermo-électrique. Gaugain lui assimilait chaque file de molécules de la tourmaline; il est facile de voir en effet que cette conception rend compte des lois quantitatives qu'il avait établies. Néanmoins elle ne nous semble pas admissible : 1° elle ne rend pas compte des phénomènes électriques obtenus par pression; 2° elle n'est pas d'accord avec ce fait que le dégagement électrique n'a lieu que sur les bases des prismes de tourmaline et non sur les faces latérales, fait qui peut être établi par les expériences suivantes.

» Si l'on recouvre les deux bases d'une longue tourmaline avec deux feuilles d'étain que l'on met en communication avec la terre, et si l'on provoque le dégagement de l'électricité, on n'en peut pas constater latéralement à l'aide d'un anneau métallique en communication avec un électromètre, même quand cet anneau se trouve très près d'une des extrémités du cristal. Au contraire, la quantité d'électricité dégagée sur les bases est toujours la même, que la surface latérale soit recouverte ou non par une feuille d'étain reliée à la terre.

» Gaugain, mettant une des bases en communication avec la terre, laissant l'autre isolée, entourait le milieu du cristal d'un fil de platine relié à un électromètre; il constatait, lors du refroidissement, un dégagement d'électricité de même nom que celle de la base isolée. Cette expérience n'a rien

de contradictoire avec ce qui précède; l'électricité qui se dégage sur la base isolée charge la dernière couche du cristal, et celle-ci joue le rôle de l'armature d'un condensateur dont le cristal est la lame isolante. De l'électricité de même nom se dégage par le fil de platine; de l'électricité de nom contraire est attirée et condensée, ce qu'il est facile de montrer. Il suffit pour cela, après avoir déchargé le fil de platine et l'avoir relié à l'électromètre, de décharger la base restée isolée jusqu'alors; l'électricité de nom contraire, qui était condensée, donne à travers le fil de platine une déviation.

» II. Les hypothèses sur la polarisation des molécules qui avaient été émises plus ou moins vaguement dès 1825 (Becquerel, Forbes, etc.) peuvent, mieux que celle de Gaugain, rendre compte du phénomène. Telle est, du reste, l'opinion de M. Thomson : comme Forbes autrefois, il suppose que les molécules sont toujours polarisées et qu'une couche d'électricité condensée sur la surface de la tourmaline neutralise leur action extérieure; la chaleur faisant varier l'état de polarisation, la neutralisation n'a plus lieu.

» Notre manière de voir est analogue, car l'idée que les molécules sont polarisées est en parfait accord avec ce fait que l'électricité ne se montre libre que sur les bases. On sait en effet qu'un cylindre formé de molécules uniformément polarisées parallèlement à la génératrice peut être remplacé par deux couches électrisées sur les deux bases.

» Nous essayerons de préciser davantage les causes de la polarisation et celles de sa variation, en supposant qu'entre les faces opposées de deux couches successives de molécules existe une différence de tension constante, ce qui entraîne une condensation d'électricité qui dépend de la distance des deux couches; si par une cause quelconque on change cette distance (variation de pression ou de température), la quantité condensée variera.

» Un système propre à faire concevoir ce qui précède serait une pile de lames zinc-cuivre soudées (éléments de Volta), orientées de la même manière et séparées les unes des autres par d'égales épaisseurs d'air.

» Soient e cette épaisseur, v la force électromotrice de contact zinc-cuivre. Toutes les lames étant d'abord réunies à terre, il y a une quantité $q=\frac{vs}{4\pi e}$ d'électricité condensée sur chaque face opposée entre deux couches successives, pourvu que ces couches soient suffisamment rapprochées. Lorsque

la distance entre les couches varie, cette quantité devient

$$q + \Delta q = \frac{vs}{4\pi(e + \Delta e)}.$$

Les deux lames extrêmes laisseront donc échapper des quantités d'électricité de noms contraires $\Delta q = \frac{vs}{4\pi}\left[\frac{\Delta e}{e^2\left(1 + \frac{\Delta e}{e}\right)}\right]$. Quant aux lames intérieures, les électricités de signes opposés mises en liberté dans chacune d'elles se neutralisant, les résultats seraient les mêmes si elles étaient isolées, et c'est le cas qui nous intéresse.

» Si l'on néglige dans la dernière formule $\frac{\Delta e}{e}$ devant l'unité, la quantité d'électricité dégagée est proportionnelle à la variation de distance de deux couches successives; elle est proportionnelle à la surface; elle est indépendante du nombre des couches, et par conséquent de l'épaisseur de la colonne. Ces lois sont celles que fournissent les expériences faites sur la tourmaline.

» III. Amenés, par la discussion des hypothèses que l'on avait émises avant nous, à formuler la manière de concevoir les phénomènes qui nous semble la plus plausible, nous en suivrons les conséquences, tout en ne nous faisant pas d'illusion sur la fragilité d'un pareil terrain.

» L'hypothèse dont nous sommes partis est qu'entre les faces opposées de deux couches successives existe une différence de tension constante.

» La tourmaline étant un corps composé, les diverses parties d'une molécule cristalline peuvent être formées de matières différentes, ce qui expliquerait la différence de tension des extrémités opposées de deux molécules.

» Mais il est possible que, la matière étant homogène, la forme seule des molécules donne une raison suffisante pour justifier l'hypothèse; on peut même dire que l'expérience semble concorder avec cette explication bien plus qu'avec la précédente (les considérations ordinaires n'étant probablement plus applicables aux molécules elles-mêmes).

» En effet, les théories cristallographiques, quelles qu'elles soient, sont d'accord pour faire remonter aux molécules mêmes l'origine de la dissymétrie qui se révèle à nous par les particularités des formes cristallines. Or nous avons montré que, pour toutes les substances hémièdres non conductrices étudiées, le sens du dégagement de l'électricité est toujours lié à la forme cristalline, de telle sorte que l'extrémité correspondant à l'angle solide le

plus aigu est négative par dilatation. Cette relation constante n'étant probablement pas due au hasard, et les analogies entre la forme de la molécule et la forme hémièdre du cristal étant admises, on est conduit à remarquer que l'extrémité aiguë d'une molécule joue toujours par rapport à la base opposée de la molécule suivante le rôle du zinc par rapport au cuivre dans l'exemple d'analogie que nous avons pris, c'est-à-dire est constamment chargée d'électricité positive. La nature de la matière semble donc ne pas entrer en ligne de compte, et la forme de la molécule paraît avoir l'influence prépondérante. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'acide chlorhydrique avec le bichlorure de mercure.* Note de **M. A. Ditte.**

« En examinant l'action de l'acide chlorhydrique sur les chlorures métalliques, j'ai signalé l'existence d'une combinaison particulière de cet acide avec le bichlorure de mercure, mais elle n'est pas la seule, et ces deux corps peuvent s'unir suivant plusieurs proportions.

» Lorsqu'on dissout les chlorures de mercure dans l'acide chlorhydrique, et qu'après avoir refroidi la liqueur vers — 10°, on la sature par un courant de ce gaz, on obtient par refroidissement des cristaux plus ou moins nets, suivant la concentration du liquide. On les sépare de l'eau mère en les séchant sur de la porcelaine dégourdie à l'abri de l'humidité et à une température inférieure à — 5°. Ils fondent en effet vers — 2° et se décomposent; ces cristaux, blancs, brillants et transparents, ont pour formule HgCl, HCl, 7HO.

» Si, au lieu de saturer la dissolution d'acide chlorhydrique à — 10°, on le fait vers + 5°, en ajoutant une plus forte proportion de bichlorure, on obtient, par un refroidissement lent vers zéro, ou au-dessous si la liqueur est peu riche en chlorure, de gros cristaux très nets; ce sont des prismes volumineux, courts, transparents et incolores; ils se décomposent à l'air et fondent dès que leur température s'élève un peu. Séchés sur de la porcelaine à l'abri de l'air humide, ils contiennent 3HgCl, 2HCl, 14HO.

» En ajoutant du chlorure à la dissolution précédente, en quantité telle que des cristaux puissent se déposer au voisinage de 15°, on obtient, suivant la proportion de chlorure, ou bien de grands prismes allongés, transparents et incolores, ou bien des aiguilles plus petites, mais de même forme. Ils se décomposent à l'air, blanchissent et deviennent opaques; sous l'action d'une faible élévation de température, ils fondent, perdent de l'eau et de

l'acide, et laissent un résidu de chlorure; leur composition correspond à la formule $4HgCl, HCl, 12HO$.

» Si la dissolution a été saturée à une température comprise entre 15° et 40°, elle laisse déposer par refroidissement des aiguilles longues et minces qui, séchées à la température à laquelle elles se sont formées et sur une plaque de porcelaine, présentent l'aspect de longs prismes soyeux et brillants. Ils ne diffèrent des derniers que par l'eau qu'ils contiennent, et leur formule est $4HgCl, HCl, 9HO$. Comme les sels précédents, ils fondent sous l'action de la chaleur, puis se décomposent; comme eux aussi, ils blanchissent et deviennent opaques au contact de l'eau qui leur enlève de l'acide chlorhydrique et qui ensuite les dissout aisément.

» Les cristaux qui se déposent d'une liqueur saturée entre 80° et 90° offrent l'aspect de l'amiante : ce sont de longues aiguilles blanches, très fines et soyeuses; quand elles se déposent vers 60°, elles retiennent de l'eau, et leur analyse conduit à leur assigner la composition $6HgCl, HCl, 10HO$; c'est le composé indiqué par M. Berthelot comme ayant été obtenu par M. Rindell. A température plus élevée, on obtient des lamelles ou des paillettes blanches et nacrées qui renferment les mêmes proportions de chlorure et d'acide, mais qui ne paraissent plus contenir d'eau; elles sont, du reste, très difficiles à isoler de la liqueur dans laquelle elles se forment, et qui se prend en masse par refroidissement.

» Il existe, on le voit, toute une série de combinaisons entre l'acide chlorhydrique et le bichlorure de mercure, et l'existence de ces composés permet de comprendre ce qui se passe lorsqu'on met ce chlorure en contact avec des solutions d'acide chlorhydrique à différents degrés de concentration et à une température donnée, 16° par exemple. Tant que la quantité d'acide contenue dans la liqueur est inférieure à celle qui correspond à la dissociation du chlorhydrate le moins acide qui peut prendre naissance dans ces conditions, ce composé ne peut se former : il se dissout simplement du chlorure de mercure, et les quantités que l'on en trouve représentent sa solubilité dans la liqueur considérée; mais, une fois qu'on a atteint la limite à partir de laquelle ce premier chlorhydrate peut se produire sans être décomposé, une partie de l'acide de la liqueur se combine au chlorure qu'elle renferme, et dès lors celle-ci contient à la fois de l'acide et du chlorure libres, avec le chlorhydrate qui est dissous. La quantité d'acide chlorhydrique allant en croissant, on arrive bientôt à la limite à partir de laquelle un second chlorhydrate plus riche en acide peut prendre naissance, et la liqueur qui en contient dès lors renferme en outre les produits

de sa dissociation, c'est-à-dire du chlorhydrate moins acide, du chlorure et de l'acide libres, et ainsi de suite. La composition de la liqueur est donc d'autant plus complexe, que la proportion d'acide qu'elle contient est plus considérable. La même chose a lieu à toutes les températures ; seulement, comme la quantité d'acide libre nécessaire pour empêcher la dissociation de chaque chlorhydrate diminue en même temps que la température s'abaisse, la composition d'une liqueur chlorhydrique donnée, chargée d'un poids également déterminé de chlorure de mercure, variera avec la température de l'expérience. D'une manière générale, toute solution chlorhydrique de chlorure de mercure à une température donnée renferme de l'acide et du chlorure libres, provenant de la dissociation des chlorhydrates possibles dans les conditions de l'expérience, et en même temps, suivant ces conditions mêmes, un ou plusieurs de ces composés à l'état de dissolution. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Illumination violette de la rétine, sous l'influence d'oscillations lumineuses.* Note de M. Aug. Charpentier. (Extrait.)

« J'ai observé, pour la première fois, le phénomène dont il s'agit en regardant un ciel éclairé uniformément par une lumière blanche diffuse. En produisant, devant mon œil maintenu immobile, un mouvement de va-et-vient assez rapide, avec deux doigts de la main droite écartés de $0^m,01$ ou $0^m,02$, je vis, au bout d'une demi-minute environ, l'aspect uniforme du ciel changer d'une manière remarquable. Sur un fond blanc, se détachait une mosaïque composée d'hexagones d'une couleur violet-pourpre un peu foncée; ces hexagones, séparés par des lignes blanches, formaient un dessin très régulier; leur assemblage rappelait celui des cellules de l'épithélium choroïdien ; ils me semblaient avoir $0^m,003$ de diamètre environ. Ce dessin reste fixe devant l'observateur, et n'éprouve pas les déplacements parallactiques de l'arbre vasculaire déjà observé par Purkinje et par Müller dans des conditions analogues. Je l'ai reproduit depuis à volonté, en imprimant à mes doigts 300 ou 400 oscillations par minute, devant l'œil regardant un ciel blanc; d'autres personnes ont répété, d'après mes indications, l'expérience avec succès.

» On peut du reste produire ce phénomène de bien des manières différentes, par exemple en se plaçant devant le miroir tournant de Kœnig, éclairé par une lumière quelconque, et en faisant passer devant l'œil chaque face de l'appareil à peu près 400 fois par minute....

» J'ai cherché à déterminer quels éléments de la rétine sont ainsi dessinés dans cette expérience.

» D'abord, la fixité du dessin dans le champ visuel, l'absence de parallaxe, montrent que ce sont les couches postérieures de la rétine qui sont en jeu. La couche la plus postérieure est celle des cônes et des bâtonnets.

» En second lieu, la forme même de ce dessin correspond, ou bien à celle des cellules de l'épithélium, dit choroïdien, ou bien à celle des cônes et des bâtonnets dressés les uns contre les autres et présentant, sur une section parallèle à la surface de la rétine, l'aspect d'une mosaïque hexagonale : aucune autre partie de l'œil ne présente cet aspect si caractéristique. La question m'a semblé pouvoir être tranchée par la détermination du diamètre des éléments affectés. En effet, tandis que les cônes et les bâtonnets ont un peu plus de $\frac{3}{1000}$ de millimètre de diamètre, les cellules pigmentaires dites de l'épithélium choroïdien ont une largeur de $\frac{10}{1000}$ à $\frac{16}{1000}$ de millimètre.

» Or, si je connaissais la distance à laquelle mon œil projette les images rétiniennes dans la vision au loin, je pourrais calculer le diamètre des éléments auxquels correspondent les hexagones dont j'ai parlé, et auxquels j'attribue une largeur de $0^m,003$. J'ai pu déterminer ma distance de projection d'une façon très simple : j'attribue à la lune une largeur apparente de $0^m,15$; d'autre part, elle me paraît de même largeur qu'un objet de $0^m,0075$ tenu à $0^m,645$ devant l'œil. Par un simple calcul de proportion, je trouve que, en attribuant à la lune une largeur de $0^m,15$, je la suppose placée à $12^m,90$.

» Quelle est donc la largeur d'une image rétinienne qui, projetée à cette même distance de $12^m,90$, paraît avoir $0^m,003$? En calculant, d'après les données partout acceptées de l'œil schématique de Donders, je trouve $0^{mm},00348$. Or, le diamètre des cônes, dans la fovea et dans la tache jaune, est de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$. Ce sont donc très vraisemblablement ces éléments qui sont en jeu dans l'expérience ci-dessus et qui correspondent à nos images hexagonales violettes.

» On doit maintenant se demander quelle est la signification des lignes blanches qui, dans cette expérience, séparent les uns des autres nos hexagones violets. Il faut remarquer, à ce sujet, que les cônes et les bâtonnets ne se touchent pas dans la rétine, mais qu'ils sont séparés les uns des autres par des filaments nombreux, chargés de cristaux de pigment, qui descendent des cellules dites choroïdiennes, et qu'on n'a pas suivis plus loin que la membrane limitante externe. Ces filaments se mettent-ils en

rapport avec des fibres nerveuses? C'est ce que plusieurs auteurs seraient disposés à penser, sans qu'on en ait pu produire jusqu'à présent la preuve anatomique. Notre expérience semblerait leur donner raison, en montrant que les intervalles compris entre les cônes et les bâtonnets peuvent être le point de départ d'impressions lumineuses, et d'impressions lumineuses différentes de celles que fournit l'excitation des cônes et des bâtonnets, puisque ceux-ci, dans l'expérience précédente, paraissent violets-pourpres ou gris, tandis que leurs intervalles paraissent blancs sous l'action de la même lumière extérieure. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Détermination des sensations colorées fondamentales, par l'étude de la répartition des couleurs complémentaires dans le cercle chromatique.* Deuxième Note de M. **A. Rosenstiehl.** (Extrait.)

« 1. En étudiant la répartition du rouge, du jaune, du vert et du bleu dans le cercle chromatique, j'ai trouvé qu'il y a dans ce cercle trois couleurs qui jouissent, vis-à-vis de notre œil, de propriétés spéciales. Ces trois couleurs possèdent les caractères des sensations fondamentales de Young. Je vais démontrer que ce sont aussi les seules qui possèdent ces qualités. Il ne suffit nullement, ainsi que le dit Helmholtz [1], que par leur mélange en proportions convenables elles produisent la sensation du blanc. Énoncé dans ces termes, le problème est indéterminé [2]; mais, de leur définition même, se déduisent deux autres propriétés, qui rétrécissent singulièrement les limites entre lesquelles on peut les choisir. 1° Par leur mélange deux à deux, elles produisent toutes les couleurs intermédiaires (même celles qui, comme le pourpre, n'existent pas dans le spectre); 2° elles satisfont à cette condition sans produire en même temps la sensation du blanc, ou, plus exactement, en la produisant moins que toutes les autres couleurs qu'on pourrait choisir à leur place.

» Ces deux conditions sont précisément l'opposé de celles que remplissent les couleurs complémentaires, qui, par leur mélange deux à deux, ne donnent naissance à aucune couleur intermédiaire et, quand elles sont mêlées en proportions convenables, ne produisent que la sensation du blanc. Par leurs propriétés, ces deux espèces de couleurs se limitent réciproque-

---

(1) *Optique physiologique*, p. 384, § 20.

(2) Je ne dis pas lumière blanche; car des lumières de même aspect peuvent n'être pas identiques au point de vue physique : il existe des lumières blanches de compositions diverses; l'œil ne sait pas les distinguer.

ment. D'où il résulte que l'étude de la répartition des couleurs complémentaires, dans un cercle chromatique, permet de déterminer les points de ce cercle qui correspondent aux sensations fondamentales.

» 2. A l'aide des disques tournants, j'ai cherché, pour chaque couleur, sa complémentaire. Le Tableau suivant donne le résultat de ce travail (la notation employée est celle de M. Chevreul):

Couleurs équidistantes à la vue.	Couleurs complémentaires.	Rapport des intervalles (¹).
Rouge orangé	5ᵉ vert	6 : 1
Rouge	4ᵉ vert	
Orangé	Vert bleu	6 : 1
Orangé jaune	1ᵉʳ vert bleu	6 : 1
Jaune	Bleu	6 : 5
Jaune vert	3ᵉ bleu violet	6 : 9
Vert	4ᵉ violet	6 : 7
Vert bleu	Orangé	6 : 19
Bleu	Jaune	6 : 12
Bleu violet	4ᵉ jaune	6 : 4
Violet	3ᵉ jaune vert	6 : 5
Violet rouge	2ᵉ vert	6 : 5

» 3. A première vue, on constate une grande irrégularité dans la répartition des couleurs complémentaires : les intervalles sont très variables (de 1 à 19), et il semble impossible d'en déduire des conséquences intéressantes. Aussi Helmholtz (²), qui a étudié spécialement leur distribution dans le spectre, n'a-t-il pu en tirer aucune loi. Cette irrégularité apparente va disparaître par la discussion des résultats, si l'on prend pour guide les définitions précédentes. Le cercle chromatique sur lequel ont porté mes expériences est formé de trois sections dont le rouge, le jaune et le bleu forment les limites. Ces trois sections ne sont pas nécessairement équidistantes entre elles ; mais les vingt-quatre couleurs qui forment chacune remplissent cette condition, ainsi que je l'ai démontré dans une première Note.

(¹) Entre deux couleurs consécutives de la première colonne de ce Tableau, se trouvent en réalité intercalées cinq couleurs, désignées par les nᵒˢ 1 à 5, de sorte qu'à chaque *nom* correspondent six couleurs équidistantes.

(²) Helmholtz a comparé entre elles les longueurs d'onde des couleurs complémentaires (*loc. cit.*, p. 365), pour y trouver la loi de leur répartition. Il n'est arrivé et ne pouvait arriver à aucun résultat. La qualité de deux couleurs d'être complémentaires est d'ordre purement physiologique, tandis que les longueurs d'onde, c'est-à-dire les réfrangibilités, sont des propriétés physiques qui dépendent de la nature intime de la lumière; elles ne cesseraient pas d'exister, alors même que nous serions privés d'un organe pour les percevoir.

» La discussion qui va suivre, étant basée sur l'équidistance, ne donnera des résultats rigoureux que si elle se rapporte à une seule section. Je choisis, dans ce but, celle qui s'étend du jaune au bleu en passant par le vert, parce que c'est dans cette partie du cercle chromatique que sont réunies le plus de couleurs complémentaires. Le vert, placé entre le jaune et le bleu, qui par leur mélange ne produisent que la sensation du blanc, correspond nécessairement à une sensation fondamentale. Pour en préciser la position (car nous avons le choix entre dix-huit couleurs de ce nom), je fais observer qu'il doit donner avec une deuxième couleur, actuellement encore inconnue, mais sûrement placée entre le rouge et l'orangé-jaune, et avec une troisième couleur, placée entre le bleu et le bleu-violet, la totalité des couleurs du cercle chromatique, tout en produisant le moins possible la sensation du blanc. Il sera donc placé à égale distance des complémentaires de ces deux groupes de couleurs.

» On pourrait croire, à première vue, que la question, étant posée dans des termes si larges, devrait comporter plusieurs solutions. Il n'en est rien. Les compléments des dix-neuf couleurs qui s'étendent du rouge à l'orangé jaune n'occupent dans le cercle que quatre numéros consécutifs, soit du quatrième vert au premier vert bleu. Les compléments du bleu au violet bleu s'étendent du jaune au quatrième jaune. La couleur qui occupe le milieu entre les deux systèmes est le *troisième ou quatrième jaune vert*. Je ne puis donner ici la marche qui sert à déterminer la position des deux autres sensations fondamentales; je me borne à indiquer le résultat.

» Les trois couleurs sont, à $\frac{1}{72}$ près, l'orangé, le troisième jaune vert et le troisième bleu; elles sont équidistantes entre elles dans le cercle, et leurs complémentaires, le premier jaune, le vert bleu et le violet, le sont aussi. Les anomalies que j'ai signalées, dans le résultat brut de l'expérience, disparaissent ainsi. Les résultats obtenus concordent exactement avec ceux qui sont consignés dans ma première Note. Maxwell ([1]), qui a étudié le spectre solaire avec le plus de soin au point de vue physiologique, a assigné, aux couleurs qui correspondent aux sensations fondamentales, des positions un peu différentes, comme le montre le tableau suivant :

MAXWELL.		ROSENSTIEHL.	
Place dans le cercle chromatique.	Place dans le spectre solaire.	Place dans le cercle chromatique.	Place dans le spectre solaire.
Troisième rouge....	$\frac{1}{3}$ de C vers D	Orangé...........	$\frac{3}{4}$ de C vers D
Vert.............	$\frac{1}{4}$ de E vers F	Troisième jaune vert.	$\frac{3}{4}$ de D vers E
Cinquième bleu	$\frac{1}{2}$ de F à G	Troisième bleu	$\frac{1}{3}$ de F à G

([1]) *Proceedings of the royal Society of London*, t. X, p. 404; 1860.

» Les disques tournants permettant d'expérimenter avec plus de précision, je crois ces dernières données très rapprochées de la vérité ([1]).

» En résumé, en prenant pour base l'équidistance des couleurs qui forment chacune des trois sections du cercle chromatique, j'arrive, par deux méthodes expérimentales analytiques et sans faire d'hypothèses, à prouver qu'il existe trois couleurs, dont j'ai déterminé la position exacte, qui jouissent vis-à-vis de notre œil de propriétés spéciales. J'ai défini rigoureusement ces propriétés, qui coïncident avec celles que les physiologistes accordent aux sensations fondamentales. Par là même, la loi du mélange des couleurs, établie *a priori* par Newton, développée par Young, par Helmholtz, par Maxwell, se trouve vérifiée dans ses principes et précisée dans ses conséquences. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un glycoside extrait du lierre commun.* Note de M. L. **Vernet**, présentée par M. Chatin.

« En 1842, Vendamme et Chevalier ([2]) ont extrait des feuillee du lierre commun un alcaloïde particulier, l'*hérédine*, qui s'y rencontrerait à l'état de malate acide. Plus tard, Posselt ([3]) a trouvé dans les mêmes fruits un acide spécial, l'*acide hédérique*, accompagné d'un tannin particulier, l'*acide hédérotannique*. Plus récemment, M. F.-A. Hartden ([4]) a retiré des feuilles de lierre un mélange de substances qu'il n'a étudié que sommairement et qu'il a cru être « un glucoside ou un mélange d'un sucre avec un glucoside ».

» J'ai repris l'étude chimique du lierre commun, et la présente Note a pour but de faire connaître un des principes immédiats de cette plante.

» Ce corps est un glucoside; je l'ai isolé d'abord par des traitements compliqués et laborieux qui seront décrits dans un Mémoire détaillé. La méthode de préparation suivante, beaucoup plus simple, m'a été suggérée ensuite par les propriétés du composé en question; voici en quoi elle consiste :

» On prépare un extrait alcoolique sec avec les feuilles de lierre, préalablement contusées et épuisées par des décoctions aqueuses répétées. Cet extrait pulvérisé est traité par la benzine froide; puis le résidu insoluble,

---

([1]) Maxwell n'a d'ailleurs opéré que sur seize couleurs du spectre, qu'il a mélangées trois par trois.

([2]) *Journ. de Chim. méd.*, t. VI, p. 581.

([3]) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. LXIX, p. 62.

([4]) *Jahresbericht für Chemie*, p. 827; 1875.

par l'acétone bouillant. Ce dernier liquide abandonne le glucoside par refroidissement. On purifie le produit par des lavages à l'acétone froid et des cristallisations dans l'alcool.

» Ce corps ainsi obtenu constitue des aiguilles soyeuses, incolores et groupées en mamelons. Il est légèrement sucré et neutre au tournesol. Il est lévogyre : son pouvoir rotatoire observé à 22°, immédiatement après la dissolution dans l'alcool, est $\alpha_D = -47°,5$. Il fond à 233° en se colorant légèrement, puis se détruit et brûle sans résidu. Il est insoluble dans l'eau, le chloroforme et le pétrole ; très peu soluble à froid, mais soluble à chaud, dans l'acétone, la benzine et l'éther ; son meilleur dissolvant est l'alcool à 90° bouillant. Les alcalis le dissolvent facilement à chaud.

» Il n'agit pas sur la liqueur cupropotassique; mais, si on le traite préalablement par l'acide sulfurique étendu, il la réduit ensuite énergiquement. Si, en effet, on le chauffe au bain-marie avec une solution contenant 4 centièmes d'acide sulfurique, il donne par dédoublement une matière sucrée et un corps neutre.

» Le *sucre* ainsi engendré représente environ les 28,3 centièmes du glucoside. Il forme, par évaporation lente de sa solution alcoolique, des cristaux transparents et assez volumineux. Il est doué d'une saveur sucrée très prononcée. Il réduit la liqueur de Fehling et ne fermente pas avec la levûre de bière. Dissous dans l'eau froide, son pouvoir rotatoire, déterminé immédiatement après, est $a_D = +98°,58$; le lendemain, il n'est plus que $a_D = +76°,2$.

» Le *corps neutre* provenant du dédoublement constitue de fines aiguilles, présentant au microscope l'apparence de prismes très nets. Il est inodore, sans saveur, fusible entre 278° et 280°. Avec les dissolvants il se conduit d'ordinaire comme son générateur; toutefois, il est moins soluble dans l'alcool. Les alcalis qui dissolvent facilement le glucoside sont sans action sur lui. Il est dextrogyre : son pouvoir rotatoire est $\alpha_D = +42°,6$.

» L'analyse du produit de dédoublement conduit à la formule $C^{52}H^{44}O^{12}$ (1). Pour le glucoside, les résultats obtenus correspondent à la formule $C^{64}H^{54}O^{22}$ (2).

» Les deux formules précédentes s'accordent d'ailleurs entre elles, si l'on admet que le glucoside résulte de l'union d'un équivalent d'un glucose avec le corps neutre, H^2O^2 étant éliminé, $C^{12}H^{10}O^{10}(C^{52}H^{44}O^{12})$. Ajoutons

(1) Expérience : C = 68,80; H = 9,86. Théorie : C = 69,02; H = 9,73; O = 21,24.
(2) Expérience : C = 62,11; H = 8,95. Théorie : C = 62,33; H = 8,77; O = 28,89.

qu'une semblable combinaison devrait engendrer 29,2 du glucose supposé pour 100 du glucoside; or l'expérience a donné 28,3.

» Les feuilles que j'ai employées avaient été récoltées en décembre; je ne puis évaluer à moins de 4 ou 5 millièmes le poids de glucose qu'elles renfermaient.

» En opérant comme l'a indiqué M. Hartden, j'ai obtenu un mélange contenant une certaine proportion du glucoside précédent, de la chlorophylle, du glucose et beaucoup d'autres substances.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de recherches de l'École de Pharmacie dirigé par M. Jungfleisch. Elles seront poursuivies. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la culture du microbe de la clavelée.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« En 1863, Beale signalait des germes dans la clavelée. Hallier et Zürn, en 1867, les auraient rencontrés dans les pustules auxquelles donne lieu cette maladie, ainsi que dans le sang. M. Chauveau a constaté, en 1868, dans sa belle étude sur les virus, que la contagion de la clavelée se fait par les particules figurées qui se rencontrent dans la sérosité des pustules. Enfin Coze et Feltz, Klebs, Erisman, Cohn, Keber, Weiger et quelques autres auteurs ont constaté également un *micrococcus* dans la sérosité des pustules, dans le sang et dans les humeurs; mais, pour tous ces auteurs, l'interprétation du fait est différente. Ainsi Hallier écrit que le micrococque est un terme d'une génération alternante entre deux champignons, le *Pleospora herbarum* et le *Rhizopus nigricans*. Zürn l'assimile au micrococcus de la variole de l'homme. Il leur a vu des cils qui favorisent leurs mouvements, et il les loge particulièrement dans les culs-de-sac des glandes des follicules pileux. Cohn s'est beaucoup plus rapproché de la vérité; il a signalé des spores de $\frac{1}{1000}$ de millimètre et des bactéries en boules (*Kugelbacterien*) du groupe des Schizomycètes. Je n'ai vu nulle part que ce microbe ait été cultivé.

» Cette maladie fait de grands ravages depuis longtemps dans beaucoup de régions de la France, mais surtout, depuis quelques années, sur les bords de la Méditerranée. Apportée par les moutons d'Algérie, sur lesquels elle est inoffensive, elle se propage rapidement autour des ports où débarquent les bateaux chargés de ces animaux et cause alors dans les troupeaux de moutons indigènes des pertes qui peuvent aller jusqu'à 60 et 70 pour 100.

» La clavelée a une durée d'au moins trente-cinq jours. Il est presque impossible, vu le nombre des animaux importés [1] et la longue durée de la séquestration qu'ils devraient subir, d'empêcher actuellement ces ravages sans nuire aux éleveurs algériens; d'un autre côté, il n'est pas possible, au premier abord, de reconnaître les animaux sur lesquels la clavelée est à la période de l'incubation. Celle-ci, d'ailleurs, peut durer plus de vingt jours.

» C'est donc là une maladie grave et digne d'attirer l'attention. Une pratique assez employée dans certaines contrées est l'inoculation préventive avec la sérosité de la pustule; mais cette pratique, dans nos provinces méridionales, serait à peine moins meurtrière que la contagion, et beaucoup de propriétaires y ont renoncé.

» Un vétérinaire de Montpellier, M. Loubet, m'ayant envoyé, il y a quelque temps, de la sérosité de pustule claveleuse, je l'ai diluée au vingtième au moins et inoculée à un agneau d'un an. Après dix jours, elle avait donné lieu à d'énormes pustules locales du diamètre d'une pièce de 5^{fr} et à une éruption générale. C'est sur les pustules d'inoculation que j'ai recueilli la sérosité qui a servi à ensemencer les cultures.

» Celles-ci ont été faites avec des bouillons de viande de mouton, de bœuf, de lapin et même de levûre : c'est dans le bouillon de lapin et de mouton qu'elles ont donné les résultats les plus complets. Après deux à trois jours de culture les liquides sont chargés de bactéries et de spores; il se forme à la surface du liquide des pellicules qui en renferment d'immenses quantités; puis, après quatre à cinq jours, les microbes tombent au fond sous la forme de spores et le liquide s'éclaircit.

» Le microbe de la clavelée se présente donc sous deux états : celui de bactéries et celui de spores. Les bactéries sont très petites au premier jour de la culture : elles n'ont pas plus de trois à quatre millièmes de millimètre de longueur. Elles sont alors très agiles et parcourent dans tous les sens le champ du microscope; puis elles s'allongent et se segmentent. Rarement on trouve plus de deux articles réunis; on peut cependant en trouver trois ou quatre; presque toujours l'un des articles est beaucoup plus développé que l'autre. Du deuxième au troisième jour de culture on voit la plus longue des deux bactéries donner deux spores, une à chaque extrémité, et

---

[1] En 1878, le nombre des moutons importés d'Algérie en France a été de 733 000. Ce nombre va croissant chaque année.

quelquefois une autre dans son milieu; la petite bactérie n'en donne habituellement qu'une. Elle paraît alors sous la forme d'une massue, car la spore a un diamètre supérieur au sien et atteint à peu près un millième de millimètre; elle est légèrement ovale et très réfringente, moins grosse que celle du charbon. Les premières cultures ont été plus pauvres en bactéries que celles de la cinquième à la dixième série; ces dernières donnent en un jour un voile compacte sur toute la surface du liquide.

» J'ai inoculé les liquides de culture à des moutons : il en est résulté des pustules qui ont atteint leur maximum après quinze à dix-huit jours. Ces pustules ne sont jamais arrivées à suppurer; elles ont ensuite disparu sans donner d'éruption générale et sans laisser de cicatrices; c'est à peine si l'on peut sentir un léger noyau induré dans les points où elles ont évolué. La température a monté, vers le quinzième jour, de cinq à dix dixièmes de degré.

» Je dirai bientôt si ces clavelisations par culture ont donné l'immunité pour la clavelée, car j'inocule dès aujourd'hui, avec le virus provenant de moutons ayant contracté la maladie dans les troupeaux, les animaux guéris de la clavelée cultivée.

» Des cultures de microbes de la clavelée ont été filtrées très exactement. La filtration, mise à l'étuve pendant trois semaines, n'a rien perdu de sa belle transparence. 2^{cc}, injectés sous la peau de l'aisselle d'un mouton immédiatement après la filtration, n'ont donné aucun phénomène local ou général; la tumeur produite par l'injection avait disparu le lendemain, sans laisser la moindre trace. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure et texture de la poche du noir de la Sépia.* Note de M. GIROD, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le but de ce travail a été de compléter et de rectifier les connaissances acquises sur la structure et la texture de la poche du noir des Céphalopodes par les nombreux naturalistes qui se sont occupés de ces Mollusques. Toute notre étude se rapporte à la poche du noir de la *Sepia officinalis*, qui nous servira de type et plus tard de point de comparaison.

» Si l'on incise l'organe sur sa face antérieure en suivant la ligne médiane, on tombe dans une grande cavité remplie du liquide noir bien connu sous le nom de *Sepia* ou *encre de Seiche*. Appliquée sur sa face postérieure, dans sa région inférieure, se montre une élévation en forme

de demi-sphère allongée, entourée par une membrane qui la limite. Si l'on déchire cette enveloppe, on tombe dans un tissu spongieux, noir, gorgé d'encre épaisse. Cette observation montre que la *poche du noir* présente deux parties distinctes : la première, large, pyriforme, sert de réservoir; nous l'appellerons la *vésicule du noir;* la seconde saillante, hémisphérique, préside à la sécrétion : c'est la *glande du noir*. La membrane qui limite la glande a échappé aux investigations des naturalistes qui ont entrepris avant nous ces recherches; aussi ont-ils fait de la cavité de la poche le lieu où se fait la sécrétion et le réservoir des matériaux sécrétés.

» La vésicule est limitée par une paroi qui se compose : d'une tunique externe formée de faisceaux conjonctifs très lâches; d'une tunique moyenne comprenant : une couche de fibres musculaires transversales; une couche de fibres longitudinales et une lame qui donne à la poche son reflet argenté; d'une tunique interne formée d'une couche conjonctive dense tapissée par un épithélium pavimenteux pigmenté, qui rappelle celui de la résine de l'homme. Au niveau de la glande, la paroi semble s'être dédoublée pour la recevoir, lui donnant comme point d'appui et d'adhérence ses tuniques externe et moyenne et constituant par sa tunique interne la membrane qui limite la face libre de la glande.

La glande, ouverte sur sa face antérieure et soumise à l'action d'un courant d'eau continu, se montre composée de nombreuses lamelles ondulées qui s'insèrent sur la paroi et forment des cloisons obliques délimitant des espaces intermédiaires. Nous appellerons les lamelles *trabécules* et les espaces *aréoles*. De nombreuses anastomoses relient ces trabécules superposés. Dans la partie supérieure rétrécie de la glande, les trabécules sont peu étendus, puis insensiblement ils gagnent en surface à mesure qu'ils occupent une portion plus dilatée de la glande, se rétrécissant de nouveau vers la partie inférieure. Tous ces trabécules sont noirs, chargés de pigment. Lorsqu'on les a fait tous disparaître, on voit, appliquée contre la paroi postérieure de la glande, une masse allongée occupant le tiers inférieur de cette paroi. Nous ne pouvons mieux la comparer qu'à un cône oblique à sommet dirigé en haut. Ce sommet est formé par un tissu blanc, et, à mesure que l'on descend vers la base, on voit le tissu se charger de pigment et passer insensiblement aux trabécules noirs périphériques.

» Les méthodes histologiques permettent de confirmer par des coupes faites dans diverses directions ces résultats de l'observation directe. La glande se compose donc d'une zone périphérique pigmentée et d'une zone centrale formatrice.

» La partie véritablement fondamentale de la glande est la cellule qui préside à la formation du noir. Le tissu blanc qui occupe le sommet de la zone formatrice, dissocié et examiné au microscope, montre des cellules allongées, transparentes, munies, à l'une de leurs extrémités, d'un gros noyau ovalaire; elles rappellent tout à fait les éléments d'un épithélium cylindrique. Dans un point plus éloigné du sommet, un examen semblable montre une multitude de cellules fusiformes, pyriformes ou arrondies, caractérisées par un énorme noyau qui occupe la plus grande partie du protoplasma. Ce noyau présente dans son intérieur ou bien un seul nucléole, ou bien deux, trois et même quatre nucléoles et autour de chacun d'eux une condensation de la masse nucléaire. Dans la zone noire, apparaissent les cellules chargées de granulations pigmentaires. Ces granulations sont tantôt réduites à quelques points noirs très espacés, tantôt, au contraire, elles sont nombreuses et ne permettent plus de reconnaître le noyau; entre ces extrêmes on observe tous les intermédiaires.

» Comment ces éléments se réunissent-ils et forment-ils le tissu de la glande? En étudiant les trabécules pris en différents points, nous pourrons répondre à cette question. Vers le sommet de la zone formatrice, on trouve une série de bourgeons qui représentent le premier rudiment des trabécules. Ces bourgeons, qui ont la forme de lamelles aplaties, sont recouverts par une couche de l'épithélium cylindrique que nous avons étudié. Les cellules reposent, par l'extrémité qui présente le noyau, sur un tractus conjonctif qui forme le centre de la lamelle. A mesure que l'on s'éloigne de ce point, on voit les valvules se développer et constituer les lames trabéculaires. Le tractus conjonctif central conserve ses caractères, mais il est recouvert par des couches superposées des cellules à gros noyau dont nous avons mentionné les formes diverses; ces cellules, intimement réunies, forment autour de chaque trabécule un revêtement continu. Vue sur une coupe, cette disposition rappelle les couches successives de l'épiderme autour d'une papille vasculaire de la peau. Dans la zone noire enfin, les assises se terminent par les cellules chargées de pigment qui entourent le trabécule et lui donnent la coloration foncée qui le caractérise.

» Par quelle voie l'encre sécrétée par cette glande passe-t-elle dans le réservoir? Les nombreux naturalistes qui ont traité de la poche, ignorant la présence de la membrane qui limite la glande, ne se sont pas occupés de cette question. Si l'on pratique une incision partielle dans la paroi de la vésicule et si l'on fait disparaître par le lavage l'encre qu'elle contient, on voit bientôt une nouvelle quantité d'encre s'accumuler dans la partie de la

vésicule restée intacte. Si l'on cherche le point par où sort le liquide, on le trouve situé à la partie antérieure de la glande, dans son tiers supérieur. La plus légère pression exercée sur la glande amène la sortie, en ce point, d'un filet d'encre épaisse. L'examen à la loupe permet de reconnaître en cet endroit un orifice de forme irrégulièrement circulaire situé sur une portion plus noire et légèrement déprimée de la membrane.

» Nous nous proposons de communiquer prochainement à l'Académie le résultat de nos recherches sur la circulation, le développement, la physiologie et l'anatomie comparée de l'organe chez les différents Céphalopodes, complétant ainsi ces premières données par les nombreuses observations que nous avons pu recueillir, grâce à la bienveillante protection de notre maître, M. de Lacaze-Duthiers, tant dans ses laboratoires de Roscoff et de la Sorbonne que dans la station maritime de Port-Vendres ».

PÉTROGRAPHIE. — *Reproduction artificielle des basaltes.* Note de MM. **F. Fouqué** et **A. Michel Lévy**, présentée par M. Daubrée.

« Les basaltes sont des roches basiques, dans lesquelles se sont développés deux ordres de cristaux, dont la formation s'est faite en deux temps très distincts : ceux du premier temps de consolidation sont le péridot, le fer oxydulé, le pyroxène et quelques rares cristaux de feldspath triclinique, dont la présence n'est pas constante. L'existence de ces cristaux, même dans les basaltes les plus compactes, a été démontrée par Cordier.

» Quant aux cristaux du second temps, ce sont des microlithes allongés de feldspath, généralement labrador, et des microlithes raccourcis d'augite et de fer oxydulé. Ces cristaux, beaucoup plus petits que ceux du premier temps, étaient complètement inconnus avant les applications du microscope à la Géologie; et cependant ils constituent la partie principale de la roche.

» Ainsi les basaltes diffèrent essentiellement des labradorites par le péridot qu'ils possèdent en plus. Après avoir reproduit artificiellement les labradorites [1], nous avons éprouvé quelques difficultés à reproduire le basalte, malgré sa parenté avec ces roches, et bien que l'on obtienne facilement le péridot isolément, par voie de fusion.

» L'observation des sections microscopiques de basaltes naturels nous a guidés dans la voie à suivre; on y voit en effet que le péridot a cristallisé

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 18 novembre 1878.

avant les autres éléments; nous avons donc été portés à penser qu'il s'était formé à une température plus élevée que les minéraux dont il est accompagné, ce qui s'accorde du reste avec sa difficile fusibilité.

» Employant la voie ignée, comme dans nos précédentes expériences, nous avons divisé l'opération en deux temps. La matière employée est un verre noir, parfaitement homogène, constitué de manière à présenter en bloc la composition moyenne d'un basalte riche en olivine (6 d'olivine, 2 d'augite, 6 de labrador). Dans le premier temps, qui a duré quarante-huit heures, nous avons maintenu le creuset de platine contenant le verre en question au rouge blanc, c'est-à-dire au-dessus de la température de fusion du pyroxène et du labrador. Après avoir prélevé une prise d'essai, nous avons, dans un second temps, maintenu le culot au rouge cerise pendant quarante-huit heures.

» La première phase de l'opération a fourni de nombreux cristaux de péridot englobés dans un magma vitreux brunâtre. Vus en plaque mince à la lumière naturelle, ces cristaux incolores possèdent l'apparence chagrinée et les formes habituelles de l'olivine; ils sont allongés suivant l'arête pg^1 et présentent les pointements g^3, a^1 et parfois h^1. Ils ont en moyenne $0^{mm},5$ de longueur, $0^{mm},2$ de largeur. Les clivages h^1 et g^1 sont très marqués, comme d'ailleurs dans les échantillons les mieux cristallisés et les plus intacts des basaltes naturels. Entre les nicols croisés, en lumière parallèle, ils présentent des colorations très vives, pour l'épaisseur habituelle des plaques minces ($0^{mm},01$), et leurs sections symétriques s'éteignent parallèlement à leur longueur. En lumière convergente, ils offrent les figures des cristaux à deux axes, et le plan des axes optiques est perpendiculaire au sens de l'allongement, c'est-à-dire parallèle à h^1. Ils sont facilement attaquables aux acides.

» En même temps que le péridot, il y a eu cristallisation d'octaèdres de fer oxydulé.

» La seconde phase de l'opération a produit de nombreux microlithes de labrador, allongés suivant l'arête pg^1, maclés suivant la loi de l'albite, présentant des extinctions dont la valeur maxima atteint 30°, et qui sont associés à des microlithes raccourcis d'augite et de fer oxydulé. Il reste en outre un peu de matière amorphe.

» Nous remarquerons que le péridot présente par place des formes naissantes qui peuvent expliquer quelques-unes des particularités des cristaux naturels, et en particulier les inclusions vitreuses qu'on y observe. Il se montre parfois en cristaux réduits à leur partie périphérique, ou encore en

agglomérations synthétiques composées de petits cristaux offrant tous la même orientation et préparant l'individualisation d'un grand cristal unique.

» Le fer oxydulé s'est produit pendant les deux phases de l'opération ; ce n'est donc pas à sa température de fusibilité qu'il faut rapporter sa cristallisation, mais à un rapprochement de ses éléments chimiques, favorisé par le départ des autres silicates cristallisés. Il est ici associé à des octaèdres de picotite, transparents et d'un brun foncé.

» En résumé, nous avons produit, en culot d'environ 14^{gr}, un basalte artificiel, identique, à tous les points de vue, avec les basaltes naturels, et en particulier avec celui des plateaux de l'Auvergne. Il est vrai que notre produit ne contient pas d'eau; mais les recherches microscopiques ont montré que celle des basaltes naturels était liée à l'existence d'altérations secondaires dont le péridot est principalement l'objet. Notre expérience résout donc définitivement la question de l'origine des basaltes : ce sont des roches de formation purement ignée. »

GÉODÉSIE. — *Carte de la partie centrale des Pyrénées espagnoles.* Note de M. F. SCHRADER, présentée par M. Daubrée.

« En novembre 1878, j'ai déjà présenté à l'Académie quelques observations sur l'orographie de la chaîne des Pyrénées. Ces observations s'appuyaient sur une suite de travaux et de levés topographiques que je pensais arrêter en 1879 aux rives de la Noguera Ribagorzana.

» La Carte que je mets aujourd'hui sous les yeux de l'Académie, et pour laquelle j'ai reçu deux missions consécutives de M. le Ministre de l'Instruction publique, dépasse sensiblement cette limite. Elle embrasse le val d'Aran, la région des sources de la Garonne, et comprend sur le versant méridional les grands chaînons de Comolos-Pales et de los Encantados, dont les noms mêmes étaient à peine connus en 1878.

» Ces chaînons se prolongent au delà du point où je pensais trouver la fin des Pyrénées occidentales; je ne pouvais donc pas m'arrêter à mi-chemin. D'autre part, le val d'Aran n'avait pas encore fait l'objet d'un levé régulier, et là, comme pour toutes les autres parties de mon travail, j'ai dû procéder de toutes pièces au levé direct du terrain.

» La Carte, telle que je la présente à l'Académie, embrasse actuellement 120^{km} à 130^{km} de longueur de l'est à l'ouest, près du tiers des Pyrénées. La partie occidentale, déjà publiée, a été reprise à nouveau depuis la base, pour la mettre d'accord avec le degré de précision des parties nouvelles.

» La planimétrie a été obtenue comme précédemment à l'aide de l'orographe, les altitudes à l'aide du même instrument et de l'éclimètre du colonel du génie Goulier. Les observations barométriques faites par moi ou par d'autres voyageurs dans les Pyrénées espagnoles ont été rectifiées par interpolation entre les cotes d'altitude données par les visées directes. La photographie m'a beaucoup aidé pour le figuré du terrain.

» Avec des moyens aussi simples, les seuls qui fussent à ma portée, je n'osais raisonnablement pas espérer un nivellement très exact. Cependant la multiplicité des opérations et le grand nombre des visées ont fini par amener les moyennes à un état de stabilité qui réduit les erreurs possibles à des limites très faibles. Voici comment j'ai procédé.

» Afin de me contrôler moi-même, je prends le plus grand nombre possible d'observations doubles vers les mêmes points. Ces observations se lisent en grades dans l'éclimètre, tandis que l'orographe, gradué en degrés sexagésimaux, donne des résultats graphiques. Ces deux séries, en apparence discordantes, auxquelles vient se joindre la lecture des tangentes sur le cercle dessiné par l'orographe, me fournissent en tout trois séries parallèles de calculs pour chaque visée.

» Tous les résultats relatifs au même point, au nombre de dix, quinze ou davantage pour les points principaux, sont isolément multipliés par une fraction inverse de la distance de chaque visée, la distance 10^{km} étant prise pour unité. Le total des produits, divisé par le total des multiplicateurs, donne la moyenne. C'est à M. le commandant du génie Prudent que je dois non seulement ce procédé si simple, mais encore l'aide assidue qui m'a permis le calcul de plusieurs milliers d'observations.

» Actuellement, il est bien rare qu'une nouvelle série d'observations modifie de plus de 1^m les résultats précédemment obtenus.

» Quant à la planimétrie, j'espère être parvenu à serrer la vérité d'assez près. D'ores et déjà je puis signaler sur l'esquisse que je présente à l'Académie quelques faits nouveaux ou intéressants : tout d'abord la remarquable région de lacs qui forme l'angle sud-est de la vallée d'Aran, et qui est de beaucoup la plus considérable des Pyrénées. Les massifs classiques de Néouvielle et du Carlitte, si souvent cités à ce point de vue, sont d'importance bien secondaire auprès de la région lacustre des sources de la Garonne, que je n'ai pas la prétention d'avoir découverte, mais que j'ai étudiée avec tout le soin possible.

» Un deuxième fait intéressant est l'existence d'un important chaînon, celui de Piedrafitta, reliant la chaîne méridionale d'Aran aux montagnes

de l'Ariège par une large bande de terrains primitifs dont le point culminant atteint 2757^m. Du centre de ce chaînon descend un affluent de la Garonne, le rio Malo, dont le bassin ne figure jusqu'ici sur aucune Carte, et qui change tout le contour oriental du val d'Aran.

» Tout le val d'Aran, au surplus, prend un aspect inattendu et une signification nouvelle. Des deux chaînes qui l'enserrent au nord et au sud, celle du nord, rattachée à l'ensemble des monts qui l'entourent, perd de son importance, tandis que le chaînon méridional, prolongement des Pyrénées occidentales, devient la crête principale. La vallée d'Aran est bien décidément rejetée sur le versant nord des Pyrénées, non seulement par ses rivières, mais par ses montagnes.

» Bien mieux : en arrière de la frontière méridionale d'Aran, les chaînons de Comolos-Pales et de los Encantados s'élèvent plus haut que cette frontière orographique et se prolongent bien loin vers le sud-est, reportant ainsi vers le sud la masse centrale des Pyrénées.

» Quant aux alignements sur lesquels M. Daubrée avait bien voulu présenter de ma part une Note en 1878, ils ont acquis une importance singulière. Parmi les brisures orientées O 30° à 40° N, et qui forment le grand trait des Pyrénées centrales, plusieurs ont pris des dimensions surprenantes, par exemple celle qui partant de Salient et de Panticosa, peut-être même de plus loin encore, se dirige à travers le massif calcaire du Mont-Perdu et les bases méridionales du Cotiella jusqu'au sud du pic Turbon; ou bien celle qui, prenant son origine à Bagnères-de-Bigorre, gagne Luchon par le col d'Aspin, le col de Pierrefitte et la vallée d'Oueil, franchit la frontière d'Aran, trace la dépression de la Garonne et se prolonge, dans l'état actuel de nos connaissances, au moins jusqu'à la Noguera-Pallaresa, sur une longueur de plus de 75^{km}. Ces brisures obliques, qui apparaissaient déjà sur les premiers traits de la Carte, se prolongent maintenant de toutes parts à travers toute l'épaisseur des Pyrénées. Parfois elles forment comme des faisceaux divergents.

» Les fissures transversales se sont également développées et traversent indifféremment les terrains primitifs, de transition ou secondaires. Je citerai parmi les croisements les plus curieux celui de Fanlo, celui qui reploie parallèlement les deux vallées de l'Essera et de l'Isabena, enfin le double repli du val supérieur de Luchon et du vallon inférieur d'Artigue-de-Lin, le plus régulier peut-être de tous. Le chaînon de Piedrafitta, qui relie deux régions de formations primitives, forme aussi un prolongement transversal, dans le sens de l'E 40° N, l'un des plus répandus dans la grande chaîne.

A l'est de la région que j'ai atteinte en 1880, s'étend l'ensemble de montagnes qui porte le nom de *Paillas*, et où j'entrevois déjà la même disposition générale. Plus à l'est encore, s'élèvent les grandes montagnes andorranes et la Sierra de Cadi. Pour toutes ces régions, on n'a pas encore de Carte exacte.

» J'espère pouvoir, l'été prochain, prolonger mon travail jusqu'aux limites occidentales de la vallée d'Andorre. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

ERRATA.

(Séance du 17 janvier 1881.)

Page 101, ligne 8, *au lieu de* d^1 *lisez* b^1.

» » 9, *au lieu de* d^2 *lisez* $b^{\frac{1}{2}}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XC des *Comptes rendus* (1er semestre 1880) est en distribution au Secrétariat.

M. **Mouchez** fait hommage à l'Académie du Tome XXV des « Annales de l'Observatoire (Observations, 1870) ».

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* **G.-B. Airy**) *et à l'Observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année* 1880. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(121) Hermione.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Oct.. 11	11.15.54	0.30.11,45	— 3,62	98. 0.43,7	+42,4	Greenwich.
			(145) Vibilia.			
Oct.. 11	10.16.58	0.35.37,41	»	94.21.40,4	»	Paris.
30	9.54.59	0.33.18,39	»	94.14. 5,8	»	Paris.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(120) LACHÉSIS (1)			
Oct.. 28	10.58. 6	1.28.42,16	— 1,30	72.50.36,1	+ 8,4	Paris.
			(129) ANTIGONE (1).			
Oct.. 28	11.16.29	1.47. 8,67	— 0,39	96. 3.26,5	+ 9,4	Paris.
			(148) GALLIA.			
Nov.. 17	10.48.35	2.38. 0,58	+ 6,02	»	»	»
20	10.34.53	2.36. 6,54	+ 6,39	116.28.11,1	—11,5	Paris.
			(16) PSYCHÉ.			
Nov.. 27	11.45.21	4.14.21,92	+ 5,43	73.44. 3,9	—10,8	Paris.
Déc.. 3	11.25.44	4. 9. 0,06	+ 5,34	73.55.45,8	—10,5	Greenwich.
11	10.47.43	4. 2.25,29	+ 5,13	74. 7.52,2	—11,4	Greenwich.
			(10) HYGIE.			
Nov.. 27	12.21.12	4.50.18,48	— 8,75	64.33. 9,4	+29,0	Paris.
Déc.. 8	11.37.43	4.40.43,97	— 9,31	64.56.53,6	+30,2	Greenwich.
15	11. 4.19	4.34.50,70	— 9,63	65.14.10,6	+35,5	Greenwich.
21	10.26.45	4.30.10,54	— 9,78	65.29.36,6	+42,6	Paris.
			(28) BELLONE (1).			
Déc.. 21	9.58. 0	4. 1.20,52	»	83.33.56,6	»	Paris.
			(77) FRIGGA.			
Déc.. 21	12h. 3m.42s	6h. 7m.22s,68	—13s,83	62°.20′. 8″,6	+12″,6	Paris.
28	11.28.50	6. 0. 1,08	—13,38	62.30.46,4	+ 7,6	Paris.
			(92) UNDINE (1).			
Déc.. 28	11.38.55	6.10. 8,39	+ 0,69	68.45. 8,3	+ 4,4	Paris.

» Les comparaisons de Frigga se rapportent à l'éphéméride publiée dans le n° 148 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*, toutes les autres aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations de Paris ont été faites par M. Henri Renan (2). »

---

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

(2) *Errata aux observations du troisième trimestre de* 1880 (t. XCI, 22 nov. 1880) : les distances polaires de (121) Hermione doivent être toutes les deux diminuées d'*une minute*.

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe du Soleil.* Note de M. FAYE.

« Ayant eu occasion d'examiner ces jours-ci l'état de nos connaissances sur la parallaxe du Soleil, j'ai formé le Tableau suivant, qui m'a paru de nature à intéresser l'Académie.

» Il y a neuf méthodes différentes pour déterminer la distance de la Terre au Soleil. Toutes ont été appliquées; il y a même dix résultats, si l'on veut y comprendre, à titre provisoire, la parallaxe calculée d'après l'ensemble des observations anglaises du dernier passage de Vénus.

» Je ne crois pas qu'il existe dans la Science de constante dont la détermination repose sur un pareil nombre de résultats complètement indépendants les uns des autres, obtenus par des méthodes tout à fait différentes.

	"		MM.
Méthodes géométriques : 8,82.	8,85,	par Mars (méthode de Cassini).............	Newcomb ([1]).
	8,79,	par Vénus (1769) (méthode de Halley).......	Powalky ([2]).
	8,81,	par Vénus (1874) (méthode de Halley)... ...	Tupman
	8,87,	par Flore (méthode de Galle)..............	Galle.
	8,79,	par Junon (méthode de Galle)..............	Lindsay.
Méthodes mécaniques : 8,83.	8,81,	par une inégalité de la Lune (méthode de	Laplace) ([3]).
	8,85,	par l'équation mensuelle de la Terre.........	Le Verrier ([4]).
	8,83,	par les perturbations de Mars et de Vénus....	Le Verrier ([5]).
Méth. physiques 8,81.	8,799,	vitesse de la lumière (méthode de M. Fizeau).	Cornu ([6]).
	8,813,	» (méthode de Foucault)...	Michelson ([7]).

([1]) En rejetant une grande partie des observations, M. Stone a trouvé 8″,94; en les employant toutes, M. Newcomb a obtenu 8″,85. Au reste, Mars a toujours donné, dès la première expédition de l'Académie française à Cayenne, des résultats un peu trop forts.

([2]) C'est le second résultat de M. Powalky; dans une première discussion des passages de 1761 et 1769 il avait obtenu 8″,86, nombre adopté par le Bureau des Longitudes.

([3]) J'ai calculé cette inégalité en adoptant pour son coefficient 125″,2, moyenne entre les résultats de M. Airy par les observations de Greenwich, et de M. Newcomb par celles de Washington, et en prenant 57′2″,7 pour la parallaxe de la Lune et $\frac{1}{80,8}$ pour la masse.

([4]) Le Verrier avait trouvé ainsi 8″,95; mais M. Stone, de Greenwich, a corrigé deux petites erreurs dans son calcul et a réduit ce nombre à 8″,85.

([5]) Le Verrier avait trouvé ainsi 8″,86, mais un de ses nombres exige une petite correction qui réduit ce résultat à 8″,83.

([6]) M. Cornu a trouvé $300400^{km} \pm 1000^{km}$; M. Helmert porte ce nombre à 299990^{km}.

([7]) M. Michelson, après avoir apporté à la méthode de Foucault des perfectionnements qui en suppriment complètement les difficultés, a trouvé $299940^{km} \pm 100^{km}$. Avec la constante de l'aberration de Struve, j'en déduis 8″,799 et 8″,813 pour la parallaxe du Soleil.

» Chacun d'eux doit être affecté d'erreurs systématiques; mais, comme les causes d'erreur sont ici nombreuses et variées, sans la moindre connexité mutuelle, ces erreurs devront se compenser en grande partie dans la moyenne, tout aussi bien que les erreurs fortuites.

» La moyenne générale est 8",82.

» Je crains bien que les deux premiers nombres de mon tableau n'aient une incertitude de ± 0",1. En revanche, les deux derniers sont extrêmement précis. D'après la nature des méthodes et les corrections qu'il a fallu faire subir aux six autres nombres, j'estime leur erreur probable à ± 0",05, et, en prenant le tout en bloc, je crois qu'on peut adopter ce dernier chiffre comme exprimant assez bien l'incertitude moyenne d'une de de ces dix déterminations.

» L'erreur probable de leur moyenne brute serait, d'après cela, ± 0",016.

» Ce premier résultat m'a frappé et m'a conduit à examiner de plus près les méthodes physiques. Celles-ci donnent en moyenne 8",806, tandis que les méthodes astronomiques donnent 8",825. La question étant posée en ces termes, y a-t-il des raisons de préférer un de ces nombres à l'autre?

» Si l'on adopte pour l'évaluation de M. Cornu la petite correction indiquée par M. Helmert, les deux résultats obtenus, l'un par la méthode de M. Fizeau en France, l'autre aux États-Unis par la méthode de Foucault singulièrement perfectionnée, donnent identiquement 8",813.

» Cette détermination repose, d'une part, sur la vitesse de la lumière mesurée en kilomètres et obtenue, à ce qu'il paraît, à $\frac{1}{3000}$ de sa valeur, et, d'autre part, sur la constante de l'aberration de Struve, 20",445, dont l'erreur serait, d'après Struve, de $\frac{1}{1860}$. Rien de plus simple que le calcul qui déduit de ces deux chiffres la parallaxe du Soleil; son erreur probable serait de $\frac{1}{1580}$ ou de ± 0",0056.

» Je n'hésite pas, pour ma part, à préférer le résultat des physiciens. Il est bien remarquable que l'élément le moins sûr de ce calcul soit la constante de l'aberration. Mais, si l'on examine les évaluations les plus récentes de cet élément, la supériorité de l'instrument et de la méthode employés par Struve père, on reste convaincu que cette constante est parfaitement déterminée.

» Deux objections seulement se présentaient. La première, c'est son désaccord avec la constante de Bradley, 20",25, et avec la vitesse de la lumière, 493^s, déduite par Delambre de l'observation des satellites de Jupiter. Mais les anciennes observations sont loin d'avoir la précision de celles de Poulkowa, et, des calculs récents de M. Glasenap, il résulte que la vitesse de 497^s,8 cor-

respondant à la constante de Struve s'accorde mieux avec les éclipses des satellites que celle de 493^s de Delambre. Ces constantes de Bradley et de Delambre sont d'ailleurs remplacées depuis longtemps par celles de Struve.

» La seconde difficulté provenait de la crainte que la vitesse de la lumière ne fût légèrement altérée, dans les observations de Poulkowa, par son passage à travers un objectif. Les expériences instituées à Greenwich par M. Airy à l'aide d'une lunette remplie d'eau ont levé cette difficulté.

» Dès lors, l'accord de toutes ces méthodes,

Méthodes géométriques	8″,82
Méthodes mécaniques	8,83
Méthodes physiques	8,813

caractérise une situation scientifique satisfaisante et montre qu'il n'y a jusqu'ici aucune raison de suspecter, dans la région que parcourent la Terre et les planètes les plus voisines, l'influence de matériaux autres que ceux dont la Mécanique céleste a tenu compte jusqu'ici.

» En résumé, je conclus :

» 1° Que la méthode des physiciens est supérieure à toutes les autres et doit leur être substituée;

» 2° Que la parallaxe du Soleil 8″,813 est aujourd'hui déterminée par leurs procédés à moins de $\frac{1}{100}$ de seconde près;

» 3° Que les sept procédés astronomiques convergent de plus en plus vers ce résultat et tendent à le confirmer sans pouvoir en égaler la précision et la certitude.

» Il ne saurait entrer dans l'idée de personne que ce résultat inattendu doive diminuer l'importance de l'observation du prochain passage de Vénus. Notre conviction, en effet, ne saurait résulter que de la concordance des déterminations obtenues par les voies les plus diverses. Mais, comme le disait Le Verrier, il faut que les efforts des astronomes aient pour but d'obtenir une précision toute nouvelle dans leurs prochaines expéditions. Sans négliger les contacts préconisés par Halley à une époque où personne ne se doutait des difficultés qu'on devait y rencontrer, il sera bon d'appliquer, plus en grand qu'on ne l'a fait en 1874, les procédés si puissants de la Photographie. En opérant avec des épreuves à peu près simultanées, en prenant de temps en temps, sur le même cliché, deux empreintes du Soleil à des intervalles de temps parfaitement connus, en opérant avec l'instantanéité dont les résultats de l'Observatoire de Meudon nous donnent l'exemple, en remplaçant, dans les mesures, le repère des bords par celui de taches offrant

toujours des parties d'une netteté supérieure, on réussira certainement; du moins, les essais de mesure des taches solaires, que j'ai faits autrefois dans les ateliers de M. Porro, sur des épreuves de $0^m,14$ de diamètre, m'en ont donné l'assurance lorsque je recommandais, il y a un quart de siècle, la Photographie pour les passages de Vénus. Il serait bien surprenant, d'ailleurs, que cet admirable procédé, qui réussit déjà si bien pour la mesure des groupes stellaires les plus délicats, échouât pour les passages de Vénus, c'est-à-dire dans les circonstances qui se prêtent le mieux à son emploi.

» Cette parallaxe de 8″,813, qui me paraît être définitive, coïncide justement avec celle que Laplace avait adoptée dans la *Mécanique céleste* (27″,2 = 8″,812). »

ZOOLOGIE. — *Les Anguilles mâles, comparées aux femelles;* par M. Ch. Robin.

« L'existence de différences sexuelles dans l'Anguille commune (*Muræna anguilla*, L., *Anguilla vulgaris*, Rafinesque, Rondelet) ne laisse aucune prise au doute, à quelque époque de l'année que l'examen soit fait.

» A de rares exceptions près, toutes les Anguilles décrites sous le nom de variété *pimpeneau* ou *pimperneau*, des étangs et marais maritimes (*glut-eel* des auteurs anglais), à yeux gros et saillants, bec court et plat, corps mince, cylindrique, dos noir, nageoires pectorales un peu plus grandes que dans les *Anguilles de rivière*, ne dépassant pas $0^m,38$ ou $0^m,40$, etc., sont des mâles. Dans un lot d'*Anguilles de Seine*, ayant toutes les caractères ordinaires de l'espèce, l'une, longue de $0^m,45$ comme la plupart des autres, était un mâle. Je n'ai jamais trouvé de mâles plus longs.

» Sirsky donne $0^m,43$ comme la plus grande longueur trouvée aux mâles qu'il a observés.

» L'abondance des *pimpeneaux* et leurs caractères tranchés peuvent même faire dire qu'il est peu d'espèces de Poissons parmi lesquelles des caractères sexuels extérieurs soient aussi tranchés, pour le mâle comparativement à la femelle, que dans les Anguilles. Seulement le mâle ne quitte le rivage des mers qu'à l'époque de la reproduction, pour gagner le fond, tandis que la femelle ne s'y rend, en quittant les eaux douces, que temporairement et à la même époque.

» La dissection des Anguilles longues de $0^m,35$ ou environ fait saisir au premier coup d'œil, en toute saison, si l'animal est mâle ou femelle. Au lieu

des caractères bien connus de l'ovaire, ruban continu, demi-transparent, jaunâtre, plissé en collerette, à la même place, avec les mêmes rapports, les mêmes différences de longueur à droite et à gauche, de diminution de largeur de l'extrémité postérieure, se voit le terticule, ruban mince, étroit, rénitent, plus ou moins rosé ou d'un gris demi-transparent, rarement blanchâtre. Il est formé d'une série de lobes aplatis, flottants, larges de deux millimètres le plus souvent, d'une longueur double, dont la plus grande épaisseur ne dépasse pas un millimètre hors du temps de reproduction, à face interne bombée et l'autre plane, à bord externe ou libre, mince, arrondi en quart de cercle, lobes tous reliés ensemble en ruban à leur base seulement par le canal déférent, etc., à lobules indépendants et distincts.

» Là le repli péritonéal qui les enveloppe, comme cela est aussi pour les ovaires, les rattache aux côtés de la colonne vertébrale et de la vessie natatoire. Sur les femelles de même taille, c'est un ruban continu, large d'un centimètre et plus, d'un blanc jaunâtre, soit plus ou moins mat, soit demi-transparent, qu'on trouve interposé de la même manière entre les viscères abdominaux et la portion correspondante de la paroi ventrale.

» Ces différences entre l'Anguille mâle et la femelle, saisissables au premier coup d'œil, suffisent pour les faire reconnaître; mais il est nécessaire de les constater dès l'instant où il est des mâles autres que le *pimpeneau*, c'est-à-dire qui ont les caractères extérieurs des femelles de petite ou moyenne taille. Ces différences, du reste, sont plus grandes que celles qui existent entre l'ovaire et le testicule des Murènes [Ch. Robin, *Sur le cœur caudal des Anguilles* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie,* Paris, 1880, in-8°, p. 597)], de divers autres Poissons; elles peuvent même être comparées à celles qui existent entre les testicules et les ovaires chez les Batraciens et les Oiseaux.

» Mais ces différences sexuelles extérieures ne suffisent qu'en raison de ce qu'elles correspondent aux dissemblances structurales existant entre les éléments anatomiques constitutifs des organes internes, remplissant le rôle physiologique de mâle d'un côté, de femelle de l'autre, et cela malgré les homologies morphologiques, embryogéniques et de connexions qui rapprochent l'ovaire du testicule. C'est ce que l'Histologie rend incontestable.

» Le manque de cette détermination de la structure intime de ces organes a conduit à ne pas donner aux caractères extérieurs (à ceux du *pimpeneau*, par exemple), l'importance qu'ils ont comme se rapportant ici au

mâle, ailleurs à la femelle, à corps plus renflé, moins noirâtre, à tête plus effilée, œil petit, etc.

» Cette lacune a empêché même quelques anatomistes de tenir compte des différences extérieures qui, en toute saison, existent entre l'ovaire et le testicule, dont en tout temps aussi les différences de structure sont saisissantes sous le microscope.

» D'une part, à quelque époque de l'année que ce soit, l'ovaire montre ses ovules, plus ou moins développés, mais semblables à ceux de tous les autres Poissons osseux, sa trame celluleuse lâche, pouvant être réduite à un minimum près de l'époque de la ponte, ou au contraire en partie cellulo-adipeuse plus tard; l'ovaire montre toujours aussi les saillies ou épaississements étroits des surfaces de ses lobes, parallèles les uns aux autres, simulant des plis allant du bord adhérent au bord libre et le dépassant sous forme de petites dentelures mousses.

» D'autre part, le testicule lobulé, plus consistant, à trame celluleuse serrée, sans cellules adipeuses, parcourue dans toute son étendue par des *tubes* ou *cylindres séminifères* ou *testiculaires*, flexueux, contournés, terminés en cæcums aux deux bouts, du moins hors de l'époque du rut; c'est-à-dire rentrant dans le type des *testicules canaliculés*, tel que celui des Cyprins.

» Le contenu de ces tubes, qui répondent à ce qu'on appelle *capsules spermatiques* lorsqu'il s'agit des autres Poissons, rend le testicule gris blanchâtre opalescent, au lieu du ton gris-rougeâtre qui est ordinaire quand ses vaisseaux sont congestionnés, fait en rapport avec l'absence des ovules plus ou moins riches en gouttes huileuses jaunâtres. Ce contenu rend plus ou moins blanc l'organe mâle, fait passer celui-ci à l'état de *laitance* lors de la production des spermatozoïdes.

» Hors de l'époque de la reproduction, les tubes séminifères sont épais de $0^{mm},08$ à $0^{mm},09$, cylindriques, contournés en sens divers, ramifiés une ou deux fois. Quelques-uns sont anastomosés avec les plus voisins. Leurs extrémités sont closes, arrondies, avec ou sans léger renflement. Pour la plupart, l'une des extrémités est située près de la surface de l'organe, qu'une mince tunique péritonéale recouvre. Nul ne se dirige particulièrement vers le canal déférent, aucun ne se jette dans ce dernier.

» Les flexuosités des tubes, leur volume, leur structure, donnent au tissu de l'organe les dispositions caractéristiques et l'aspect ordinairement observés dans le tissu testiculaire des vertébrés plus élevés. Ce n'est que par une énorme dilatation lors du rut qu'on pourrait supposer que ces canalicules arrivent à l'état de *capsules séminales*.

» Ces tubes sont plongés dans une trame serrée de tissu cellulaire, sans vésicules adipeuses, d'une épaisseur, entre chaque tube, moitié moindre que la leur. Les ramifications des vaisseaux venus de la base des lobes longent les tubes et forment autour de chacune de leurs extrémités, arrondies à la surface de l'organe, une maille circulaire large de

$0^{mm},08$; l'ensemble de celles-ci constitue un riche réseau. L'examen du lobe entier, avant l'exécution des coupes minces, pourrait faire supposer que ces mailles circonscrivent autant de vésicules closes ou capsules séminales, tandis qu'il ne s'agit que de l'extrémité des canalicules séminipares.

» Aidé du préparateur du Cours d'Histologie de la Faculté de Médecine, M. le Dr Hermann, j'ai pu constater que ces tubes sont composés d'une mince paroi propre ($0^{mm},001$), hyaline, homogène, se plissant aisément, très adhérente à la trame extérieure. Leur face interne est uniformément tapissée d'une seule rangée de cellules épithéliales prismatiques régulières, à face externe ou base polygonale, se séparant aisément de la paroi et atténuées à leur extrémité interne. Elles limitent suivant l'axe du tube séminifère un étroit canal souvent virtuel en raison de la contiguïté de cette extrémité des cellules limitantes. Ces dernières, finement granuleuses, contiennent un noyau relativement volumineux, hyalin, sans granules, avec un nucléole jaune et brillant. Ces cellules, directement contiguës, se brisent par la dissociation, en donnant au liquide de la préparation un aspect opalin ou lactescent, dans lequel flottent leurs granules brillants, jaunâtres, et leurs noyaux mis en liberté, devenus ou non un peu irréguliers.

» Un canal déférent, large d'un millimètre ou environ, à paroi mince, longe le bord adhérent, interne ou dorsal de chaque testicule, d'un bout à l'autre. Chacun s'unit à l'autre en une seule cavité, ou *vésicule séminale*, au niveau du cloaque. Celle-ci, par le pore génital, s'ouvre dans l'urèthre, et, par ce dernier, presque aussitôt dans le cloaque. La paroi de ce spermiducte est épaisse de $\frac{1}{3}$ de millimètre au plus. Elle est formée d'une couche interne à fibres longitudinales et d'une externe de fibres circulaires; toutes deux, à la base des lobes et un peu sur leur face externe, enchevêtrent nettement leurs faisceaux avec ceux de l'enveloppe de l'organe mâle. Ces couches sont formées de tissu cellulaire manifestement mêlé de fibres musculaires lisses.

» Une rangée unique de petites cellules épithéliales polyédriques tapisse la face interne du canal déférent. Adhérent au bord interne de l'ensemble des lobules minces testiculaires, il est ainsi logé dans le repli péritonéal rattachant le testicule à la vessie natatoire et à la partie supérieure des parois abdominales.

» Comme on le voit, en ce qui concerne la détermination du sexe mâle des Anguilles, il s'agissait de comparer les organes générateurs femelles bien connus à leurs homologues dans les nombreux individus ou groupes d'individus qui ont des caractères extérieurs un peu autres que ceux des plus répandus de ces Poissons.

» L'absence des œufs dans les uns, leur présence en tout temps dans les autres, sous un diamètre de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de millimètre, si facile à constater, contrairement à quelques assertions, eussent déjà été une démonstration, en attendant la comparaison de la structure de l'organe sans ovules à celle du testicule des autres Poissons.

» Ces comparaisons eussent certainement dû être faites avant toute recherche tendant à prouver l'existence d'un hermaphrodisme exception-

nel, ou encore avant de supposer, sans étude préalable de l'évolution de l'ovaire, que l'organe décrit comme le testicule n'est qu'un ovaire qui ne serait pas arrivé à son complet développement.

» La structure testiculaire, dans l'organe de certaines Anguilles qui est l'homologue de l'ovaire des autres, étant incontestable, tout ce qui a été dit, il y a peu d'années même, de cet hermaphrodisme et de la ressemblance à cet égard des Anguilles aux Serrans n'est plus à discuter.

» Ajoutons que les organes générateurs ne font aucune exception dans les Murènes (*Murœna helena* L.) à ce qu'ils sont chez les autres Poissons osseux. Les mâles des Congres (*Conger*), ou mieux le lieu de leur séjour habituel, restent seuls à découvrir.

» Le sexe constaté, l'ensemble des faits concernant la reproduction de ces Apodes en découle; ces faits ne diffèrent pas de ce qu'ils sont dans presque tous les autres Poissons, chez les Salmones en particulier. Seulement, la migration propagatrice des Anguilles ayant lieu des eaux douces dans la mer, la manière dont s'opèrent la ponte, la fécondation et l'éclosion des œufs est encore inconnue. Les Salmones se comportant en sens inverse, on a pu, à leur égard, étudier et utiliser toutes ces particularités physiologiques.

» Ces mêmes causes ont empêché jusqu'à présent de voir les testicules des Anguilles tels qu'ils sont lors de leur arrivée à l'état de *laitances* et d'observer leur spermatozoïdes, malgré l'abondance des mâles, des *pimpeneaux*. Mais l'époque de la descente des femelles vers la mer (novembre) montre que c'est en novembre et décembre qu'ils devront être étudiés. Ce sont les deux seuls mois, du reste, durant lesquels je n'ai pu encore les observer. J'ai constaté qu'en octobre il n'y a pas encore d'éléments fécondateurs et qu'en janvier il n'y en a plus. Dans les Landes, et autres parties du Midi sans doute, la *montée* des alevins ayant lieu dès la seconde moitié de décembre, au lieu de mars comme dans la Manche, ces recherches devront être faites dès septembre ou octobre. Quant au retour des femelles de la mer aux eaux douces, il ne saurait être nié; j'ai reçu en effet de M. Dufourcet des Anguilles femelles, de la variété *Sardias*, prises en janvier et février dans l'Adour, à 40^{km} environ de la mer, dont la moitié avaient l'estomac rempli d'*Eunices sanguines* et de *Doris*, Invertébrés absolument marins.

» En dehors de ce qui concerne la détermination structurale intime et la nature réellement testiculaire de l'organe homologue aux ovaires, les données anatomiques précédentes ne sont pas nouvelles. L'absence de cette détermination et de l'observation des spermatozoïdes est probablement ce

qui a concouru à faire que, jusqu'à présent, elles n'ont pas été prises en considération comme elles méritent de l'être.

» Duvernoy (dans CUVIER, *Anatomie comparée*, 2[e] édit.; Paris, 1846, t. VIII, p. 117) décrit le *type en manchette* du testicule des *Lamproies* et des *Anguilles*, à bord libre festonné en lobules, plus court à droite qu'à gauche, comme les ovaires, etc. Il ajoute :

« On y reconnaît, à l'époque du rut, une quantité innombrable de granulations ou de petites capsules spermatiques dont la forme arrondie les a fait confondre souvent avec les ovules, du moins chez les *Anguilles*; ici, à la vérité, ces capsules ont à peu près le volume des ovules, mais ceux-ci se distinguent par leur forme ovale. »

» Les ovules sont sphériques et non ovales, mais les autres faits restent au fond exacts (*voir* ci-dessus, p. 381). Il y a erreur aussi lorsque Duvernoy ajoute (p. 133) :

« Les *Anguilles* et les *Lamproies* n'ont pas plus de canal déférent que d'oviducte. Comme les œufs, leur semence déchire les capsules dans lesquelles elle s'amasse et se répand dans la cavité abdominale, d'où elle serait expulsée comme le sont les œufs. »

» Mais il décrit exactement le lieu d'abouchement des canaux péritonéaux, des uretères, etc.

» Valenciennes présumait déjà que les caractères extérieurs considérés comme pouvant servir à établir des coupes spécifiques parmi les Anguilles vulgaires tenaient à la différence des sexes; que, par exemple, le *pimperneau* (*glut-eel* des Anglais) était le mâle du *plat-bec* (*grig-eel* des Anglais). Toutefois il n'osait encore l'affirmer (*Dictionnaire d'Histoire naturelle* de D'Orbigny; Paris, 1[re] et 2[e] édit., 1867, t. I, p. 548).

» Syrski [*Ueber die Reproductions-Organe der Aale* (*Akademie der Wissensch. zu Wien*, t. LXIX, in-8°, avril 1874, 2 pl.)] a décrit et figuré les homologies entre le testicule aplati, lobulé des Anguilles et leurs ovaires, l'absence d'ovules dans le premier coexistant avec sa présence dans les autres. Il a particulièrement fait connaître le canal déférent et son abouchement cloacal, mais sans déterminer encore la structure testiculaire caractéristique des lobules.

» Enfin, ici même, M. Dareste [*Sur la reproduction des Anguilles* (*Comptes rendus*, 1875, t. LXXXI, p. 159)] a pleinement confirmé ces observations sur les *pimperneaux*, pour ce qui concerne les dispositions anatomiques extérieures de l'organe mâle. Parmi les *pimperneaux* il note quelques individus femelles. L'*Anguilla marmorata* des Indes lui a montré aussi des mâles. »

ZOOLOGIE. — *Considérations générales sur la faune carcinologique des grandes profondeurs de la mer des Antilles et du golfe du Mexique;* par M. **Alph.-Milne Edwards.**

« Les progrès que les recherches sous-marines ont fait faire à la Zoologie dépassent ce que l'on pouvait espérer, et, chaque jour, des faits nouveaux s'ajoutent à ceux qui étaient déjà connus. Les mers les mieux explorées et sur lesquelles les naturalistes croyaient n'avoir plus rien à apprendre ont donné lieu à des découvertes inattendues aussitôt que l'on fouillait les couches que les pêcheurs n'atteignent pas d'ordinaire.

» J'ai déjà eu l'occasion d'entretenir l'Académie des résultats obtenus l'été dernier, à bord du *Travailleur*, sur la côte septentrionale de l'Espagne, et j'ai insisté sur la différence qui existe entre la population animale des grands fonds et celle de la surface ou des rivages. Quand on en compare les représentants, il semble que l'on ait sous les yeux deux faunes distinctes et n'appartenant ni aux mêmes temps ni aux mêmes climats. L'importance de ce fait n'échappera à personne, et les géologues, dans la détermination de l'âge d'un terrain, devront en tenir grand compte. En effet, il se forme aujourd'hui, dans les mêmes mers, des dépôts dont la contemporanéité ne saurait être mise en doute et qui contiennent les restes d'êtres tout à fait dissemblables. Les animaux des dépôts littoraux se rapportent à des types plus élevés en organisation, ceux des assises profondes ont un caractère plus ancien; quelques-uns d'entre eux présentent avec les fossiles de l'époque secondaire d'incontestables affinités, d'autres rappellent l'état larvaire de certaines espèces actuelles.

» Les études que je viens de faire des Crustacés de la mer des Antilles et du golfe du Mexique m'ont donné des résultats intéressants, et je crois utile d'en dire quelques mots. Les matériaux de travail que j'ai eus à ma disposition étaient nombreux et variés, car M. Alexandre Agassiz avait eu l'obligeance de m'envoyer, pour les déterminer, tous les Crustacés recueillis par les expéditions de la marine des États-Unis pendant les années 1877, 1878 et 1879. Un navire spécial, le *Blake*, avait été armé pour exécuter des dragages profonds, et les récoltes qu'il a obtenues ont été des plus fructueuses. J'ai terminé aujourd'hui l'examen de tous les Décapodes brachyures, des Anomoures et des Macroures cuirassés; j'en ai donné la description dans le *Bulletin du Musée de Zoologie comparée de Cambridge* (1), et,

(1) *Reports on the results of dredging, under the supervision of* Alexander Agassiz, *in the*

traitant maintenant la question à un autre point de vue, je me bornerai à indiquer ici les résultats généraux auxquels je suis arrivé.

» Le nombre des espèces recueillies est beaucoup plus grand qu'on aurait pu le supposer d'après ce que l'on savait de cette partie de la faune : il s'élève, pour les seuls groupes que je viens d'énumérer, à deux cent-quatorze, dont cent cinquante-trois sont nouvelles pour la Science. Quarante de ces espèces étaient trop différentes des formes déjà connues pour pouvoir prendre place dans les genres existants, et j'ai dû les considérer comme les types de divisions génériques nouvelles. Cette variété d'espèces est d'autant plus remarquable, qu'il y a cinquante ans c'est à peine si, dans ces mêmes régions, on avait indiqué l'existence d'une vingtaine de Crustacés.

» Certains groupes que l'on avait crus étrangers aux mers américaines sont au contraire extraordinairement abondants à ces grandes profondeurs. Telle est la famille des *Galathéens*, dont j'ai reconnu quarante et une espèces de formes très variées et que j'ai dû répartir en huit genres différents. Les uns comptent des représentants dans presque toutes les mers : ce sont des *Galathea* et des *Munida* ([1]). Les autres n'avaient jamais été trouvés; parmi ces derniers, je signalerai les *Galacantha* dont la carapace est armée en dessus et sur les côtés de grandes épines en forme de sabres; les *Galathodes* dont les yeux sont très petits et à cornéules incomplètes; les *Orophorhynchus*, dont les pédoncules ophtalmiques sont très réduits, épineux, et peuvent en partie se cacher sous le rostre; les *Elasmonotus*, dont la carapace est dépourvue de dents ou d'épines; les *Diptychus*, dont l'abdomen, deux fois plié sur lui-même, se cache sous le sternum; enfin les *Ptychogaster*, fort semblables aux précédents, mais dont les pattes ont une longueur insolite.

» Les Crabes proprement dits, ou Décapodes brachyures, n'habitent pas les très grandes profondeurs de la mer Caraïbe; ils abondent sur les rivages; on en trouve encore, jusqu'à 500^m au-dessous de la surface, de nombreuses espèces, mais généralement de petite taille; au delà, ils semblent disparaître. Cependant, à 800^m, a été pêché un Crabe à carapace quadrilatère, que j'ai désigné sous le nom de *Bathyplax*, et qui représente dans ces mers les

---

gulf of Mexico and in the Caribbean sea, 1877, 1878, 1879, by the United States coast Survey, steamer *Blake*, lieut.-commander C. D. Sigsbee, U. S. N., and commander J. R. Bartlett, U. S. N. commanding; *Etudes préliminaires sur les Crustacés*, par M. Alph.-Milne Edwards (Ire Partie) (*Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College*, t. VIII, nº 1.)

([1]) J'ai décrit deux espèces de *Galathea* et onze espèces de *Munida*.

Gonoplax de nos côtes; mais ses yeux sont atrophiés, dépourvus de cornéules, ses orbites sont rudimentaires et il est aveugle. Dans les grandes profondeurs pullulent au contraire les Crustacés anomoures et macroures. On a trouvé jusqu'à 3500^{m} des représentants du genre *Willemoesia*, ces singuliers Macroures qui reproduisent presque complètement les formes des Éryons de l'époque jurassique, mais qui sont aveugles, tandis que les yeux de ces Crustacés fossiles paraissent avoir atteint leur développement ordinaire. Sur un fond de plus de 4000^{m}, la drague a ramené quelques Galathéens de formes très remarquables, que j'ai rangés dans le nouveau genre *Galathodes*.

» Ce qui excite surtout l'étonnement, c'est l'infinie variété des formes zoologiques, qui rend souvent presque impossible l'application des classifications, considérées jusqu'à présent comme les mieux établies. En effet, les types de transition abondent, et l'on trouve de nombreux intermédiaires entre des groupes que l'on était habitué à considérer comme très distincts. J'en donnerai quelques exemples.

» La famille des Pagures ou Bernards-l'Ermite, rangée par les zoologistes les plus autorisés dans le groupe des Anomoures, ne comptait jusqu'à présent que des espèces toutes très semblables entre elles, quoique fort nombreuses et sans aucun lien direct avec les Macroures. Les dragages américains m'ont fourni des formes inattendues qui rattachent les Pagures aux Thalassiniens. Tel est le *Pylocheles Agassizii*, dont l'abdomen, au lieu d'être mou et dissymétrique comme celui des Pagures, est formé d'anneaux solides, réguliers et est terminé par une nageoire symétrique. Ce Crustacé vit dans des trous, dont il ferme l'entrée au moyen de ses pinces, qui, lorsqu'elles sont jointes par leur bord interne, constituent un opercule très parfait. Les *Mixtopagurus* diffèrent moins des Pagures, car leur abdomen, plus développé du côté droit que du côté gauche, est divisé en sept articles distincts et mobiles, dont les cinq premiers sont incomplètement calcifiés, tandis que les derniers sont grands et durcis. Chez les *Ostraconotus*, la carapace est entièrement coriace et l'abdomen est si réduit, que pour soutenir ses œufs la femelle se sert de ses pattes de la quatrième paire, dont le pénultième article, élargi en palette, forme une sorte de plancher au-dessous du paquet d'œufs. Les *Catapagurus* établissent un passage entre les précédents et les *Spiropagurus*; leur abdomen est encore très petit, mais contourné et logé dans des coquilles minuscules dont les dimensions contrastent avec la taille de la carapace et des pattes, qui restent en dehors. On remarque aussi chez quelques-uns de ces Crustacés des adaptations curieuses à un genre de vie spécial. Ainsi l'*Eupagurus discoidalis*, qui habite

les coquilles tubulaires des Dentales, se sert de l'une de ses pinces comme d'un opercule circulaire et parfaitement moulé sur l'orifice de la demeure qu'il doit clore. Les *Xylopagurus* méritent aussi d'attirer l'attention; ils n'ont jamais été trouvés que dans des trous creusés dans des morceaux de bois; que ce soit un roseau, un jonc ou une branche quelconque, ces cavités sont toujours ouvertes aux deux bouts, et l'animal ne s'y introduit pas à reculons, comme le font les Pagures ordinaires; mais il y pénètre directement, et, quand il est dans son logis, les pinces se présentent toujours à l'un des orifices, l'autre étant complètement fermé par l'extrémité de l'abdomen, transformé en un bouclier operculaire.

» La famille des Dromies, si distincte jusqu'ici de celle des Homoles, s'y relie maintenant par le genre *Homolodromia*, dont les pattes ressemblent aussi à celles des Dorippes. Les *Acanthodromia* sont intermédiaires aux Dromies et aux Dynomènes; ils ont les pièces de la bouche, les yeux et les antennes des premiers, mais les pattes ambulatoires des seconds. Les *Dicranodromia* ont la carapace plus étroite que celle des Dromies ordinaires; sa forme rappelle celle de certains Crustacés fossiles des terrains secondaires dont on a constitué le genre *Ogydromites*; les pattes sont très longues, comme celles des Homoles. Les *Homolopsis* ont aussi le corps plus arrondi et plus étroit que celui de ces derniers Crustacés, et ils se rapprochent par ce caractère des Dromiens; mais leurs yeux sont presque atrophiés. Les Homoles véritables sont représentées par deux espèces, dont l'une ne m'a paru différer en rien de l'*H. spinifrons*, qui jusqu'ici n'avait été trouvée que dans la Méditerranée. Ce serait un exemple de plus de l'extension géographique immense que prennent certains animaux des grandes profondeurs. Les *Cymopolia*, dont une espèce habite aussi la Méditerranée, en comptent huit dans la mer des Antilles. Quelques-unes d'entre elles se rattachent aux Dorippes par l'intermédiaire des *Cyclodorippes* et des *Cymonomus*, et ces derniers Crustacés, qui sont complètement aveugles, ont, d'autre part, des affinités étroites avec les Éthuses. Ce genre *Ethusa*, que l'on croyait confiné dans la Méditerranée, doit aussi être inscrit au nombre de ceux des mers américaines; en effet, j'ai reconnu parmi les Crustacés des récifs de la Floride une espèce que j'ai désignée sous le nom d'*E. americana*, et qui ne diffère de l'*E. mascarone* que par des caractères peu importants.

» Les exemples que je viens de citer suffisent pour donner une idée de l'intérêt qui s'attache à l'étude des animaux des grandes profondeurs. Ces recherches bathymétriques ne font que commencer, et, quand on compare la faible étendue sur laquelle les dragues ont été traînées aux espaces

immenses qui n'ont jamais été fouillés, quand on réfléchit aux causes multiples qui rendent encore inaccessibles à nos moyens d'investigation les retraites de certains animaux, on acquiert la conviction que les résultats obtenus ne sont qu'une bien petite partie de ceux que nous réserve l'avenir. On ne saurait donc trop attirer l'attention des hommes de science de tous les pays sur l'utilité qu'il y aurait à coordonner leurs efforts et à entreprendre des fouilles méthodiques dans les mers dont l'accès leur est le plus facile.

» Nos cadres zoologiques présentent aujourd'hui tant de lacunes, qu'il est impossible de comprendre le plan d'ensemble qui a présidé au groupement des êtres. Les découvertes paléontologiques d'une part et d'autre part celles que nous promettent les explorations sous-marines combleront peu à peu ces vides et permettront peut-être un jour aux naturalistes de saisir les relations qui existent entre les divers animaux.

» Notre pays n'est pas resté indifférent à ces recherches; l'Académie a entendu dans sa dernière séance les intéressants détails que M. de Lacaze-Duthiers a donnés sur l'organisation de son laboratoire de Roscoff et sur les travaux qui y avaient été accomplis. Pour ma part, je suis heureux de pouvoir annoncer que l'expédition faite l'année dernière par le *Travailleur* dans le golfe de Gascogne ne sera pas la dernière de ce genre et que, cet été, le même navire entreprendra dans la Méditerranée une série de dragages dont j'aurai l'honneur de vous rendre compte. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches cliniques, propres à démontrer que le cervelet est le centre nerveux coordinateur des mouvements nécessaires à la station et à la marche, considérées sous toutes leurs formes et espèces;* par M. **Bouillaud.**

« I. Je dois commencer, fût-ce seulement à titre de préparation oratoire, par dire que les mouvements dont il s'agit ici appartiennent à l'ordre de ceux qui, d'après les physiologistes, depuis Bichat, leur véritable prince, sont soumis à l'empire de l'intelligence, de la volonté et du sentiment. Comme tels, ils ne relèvent pas directement, immédiatement, *essentiellement,* du cervelet lui-même, mais du principe, quel qu'il soit en sa nature, d'où la vie, dite *animale,* tire son nom propre ou distinctif. Donc, dans cette fonction dite de la station et de la marche, comme dans toute autre fonction de la vie animale, il existe un double *fonctionnaire,* si je puis ainsi dire, à chacun desquels il faut attribuer sa juste part. Pour en agir ainsi, nous devons re-

connaître, avec un auteur célèbre, que le fonctionnaire *physiologique* est destiné à servir le fonctionnaire *psychologique*.

» II. Depuis que, par l'un des plus heureux progrès de la civilisation, la pratique de l'ouverture des corps a été permise, c'est-à-dire depuis deux ou trois siècles, bien des cas se sont rencontrés dans lesquels cette autopsie cadavérique a fait constater la *coïncidence* d'altérations plus ou moins graves du cervelet, chez des malades dont la fonction de la station, de l'équilibration et de la marche avait subi des lésions plus ou moins prononcées, et proportionnelles à l'étendue et à la gravité des altérations du cervelet. Cependant, jusqu'à une époque encore peu éloignée de la nôtre, nul observateur n'avait eu la pensée que cette coïncidence n'était pas une circonstance fortuite, un jeu du hasard, mais bien une relation de cause à effet, de *causalité*, entre les altérations du cervelet et les lésions de l'exercice de la marche et de la station.

» Cette époque se rattache à celle où Flourens vint lire à l'Institut un Mémoire dans lequel il annonçait que, au moyen de nombreuses expériences, il avait démontré que le cervelet était l'organe de tout un nouvel ordre de mouvements coordonnés. Ces mouvements appartenaient à la classe de ceux qu'on désignait sous le nom de *mouvements volontaires*, relatifs à la locomotion et à la préhension, ordre de mouvements auxquels, selon lui, le cerveau restait complètement étranger, sous le rapport de leur coordination. En ce dernier point, il se trompait beaucoup; mais, en ce qui concerne les mouvements de la station, de l'équilibration et de la marche, il avait fait une belle découverte, qui lui valut les éloges de son illustre rapporteur, Cuvier, douce et glorieuse récompense entre toutes.

» Le travail de Flourens date de 1824. Il m'inspira le désir de répéter les expériences qu'il contenait, et le projet de rechercher dans les observations cliniques de mes prédécesseurs et dans celles qui m'étaient propres des preuves pour ou contre.

» III. En 1828, c'est-à-dire quatre années après les expériences de Flourens, je publiai dans les *Archives générales de Médecine* mon premier travail sur cet important et difficile sujet ([1]). Je me contenterai d'en consigner ici les conclusions.

([1]) Ce travail portait le titre suivant : *Recherches cliniques et expérimentales tendant à réfuter l'opinion de M. Gall sur les fonctions du cervelet, et à prouver que cet organe préside aux actes de l'équilibration, de la station et de la progression.* Il contenait dix-huit expériences et environ vingt observations cliniques. Parmi les observations rapportées, s'en trou-

» 1° Les expériences sur les animaux et les observations recueillies chez l'homme ne nous autorisent pas à partager les opinions de M. Gall relativement aux fonctions du cervelet, et nous portent plutôt à penser que cet organe est le centre législateur des mouvements de la marche et de l'équilibration.

» 2° Comme tel, ne pourrait-on pas admettre qu'il régit les mouvements réglés, rythmés, dont se composent la danse et divers autres exercices gymnastiques qui s'y rattachent.

» 3° L'équilibration du corps, la marche et les autres exercices dont elles sont la condition essentielle sont soumis aux lois de l'éducation, supposent une *mémoire* des mouvements particuliers qui leur sont propres, et exigent une étude spéciale.

» 4° Ces actes *intellectuels* ont pour organe ou instrument *physiologique* le cervelet et non le cerveau proprement dit, et cela prouve que les hémisphères de celui-ci ne sont pas, ainsi qu'on l'a prétendu dans ces derniers temps, « l'organe unique des instincts, des volitions » et des facultés intellectuelles ».

» 5° Les fonctions spéciales du cervelet, sous le rapport du pouvoir intellectuel spécial auquel elles sont subordonnées, ont une tendance à s'exercer parfois *spontanément*, *instinctivement*, pour me servir d'une expression consacrée par l'usage. Cet instinct, ce besoin, ce désir spécial de se mouvoir, indépendamment de tout motif raisonné, et quelquefois malgré la volonté elle-même, constitue un état vraiment anormal, une sorte de *monomanie spéciale*, dont les exemples ne sont pas très rares, et ce n'est pas la seule forme d'*aliénation* ou de *folie* de la marche, de la danse, sous toutes leurs formes et espèces.

» 6° Cette sorte de spontanéité se rencontre chez quelques animaux que l'on voit marcher, bien que privés de leurs hémisphères cérébraux, où paraissent avoir leur siège les *motifs* ou les *raisons* des mouvements volontaires, nécessaires à la marche *normale*.

» IV. Depuis l'année 1828, c'est-à-dire depuis un demi-siècle déjà passé, je n'ai pas cessé, chaque année, soit de recueillir moi-même, soit de trouver

---

vait une de Gall : « J'ai eu, disait-il, l'occasion d'observer une maladie toute particulière du cervelet. A Vienne, le comte X..., âgé de quarante et quelques années, se plaignait depuis quelques mois de douleurs hémorrhoïdales; il éprouvait, en outre, une pression très désagréable dans la nuque, *et une tendance à tomber en avant comme s'il voyait un précipice à ses pieds....* A l'ouverture du corps, nous trouvâmes, sur la tente (*tentorium*), une masse charnue de 2 pouces de diamètre, qui avait comprimé le cervelet. » Gall ajoute que, plus tard, il lut dans les Ouvrages de Hahnemann la *description des mêmes symptômes, et qu'à l'autopsie cadavérique on avait trouvé le cervelet en pleine suppuration.*

A cette époque, Gall, dit-il, n'avait point encore fait attention à l'influence du cervelet sur l'instinct de la propagation et sur les parties sexuelles. Ainsi, circonstance bien digne de remarque, à une époque où il n'avait point encore signalé l'influence que le cervelet lui semblait exercer sur les parties sexuelles et l'instinct de la propagation, Gall rencontre deux cas de maladie du cervelet, avec symptômes appartenant à la fonction de la marche et non à la fonction de la propagation, et, cependant, au lieu de fixer son attention sur le premier *rapport*, qui était le *vrai*, il la fixe plus tard tout entière sur l'autre, qui était le *faux*....

chez d'autres auteurs, de nombreuses observations confirmatives de celles contenues dans mes premières recherches. Et cependant la doctrine qu'elles proclament n'est encore enseignée dans aucune École de Médecine, reconnue dans aucune Académie ou Société de Médecine, et jamais, que je sache, dans cette grande Académie des Sciences de l'Institut, elle n'a été le sujet d'une Communication *ex professo*.

» C'est pour cela que, par une hardiesse dont je ne me croyais pas capable et bien faite pour exciter quelque surprise, je suis venu aujourd'hui tenter un dernier effort pour une cause sur la vérité de laquelle il n'existe dans mon esprit aucune espèce de doute, de sorte que si, par impossible selon moi, quelqu'un présentait une seule observation authentique, *irréprochable*, d'une altération suffisamment étendue et profonde du cervelet, sans nulle lésion des mouvements nécessaires à la station et à la progression, je renoncerais, comme je le devrais, à ce qui me semble actuellement une vérité si fermement démontrée, mais avec une telle stupéfaction, que désormais je ne serais plus certain de l'existence du Soleil ou de ma propre existence, ni même de la vérité des propositions d'Euclide.

» V. En attendant, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un bon nombre de nouvelles observations favorables à la doctrine que je défends, avec le peu de forces qui me restent, heureux si je pouvais lui susciter quelque autre défenseur plus que moi digne d'elle. Comme je ne saurais trop ménager et respecter les précieux moments de l'Académie, je ne lui lirai qu'un résumé succinct de deux de ces nouvelles observations cliniques.

» J'ai choisi ces deux cas parmi ceux qui ont été recueillis par d'autres que moi-même ; ils en paraîtront d'autant moins suspects, et l'un d'eux est certainement du nombre des cas les plus probants que l'on puisse rapporter.

» Au reste, s'il n'est donné qu'aux cliniciens de constater les altérations du cervelet productrices des lésions des mouvements de la station, il est facile à tout le monde, au premier venu, d'être spectateur de celles-ci : il suffit, en effet, de regarder une personne en état d'ivresse, et Dieu sait s'il est rare aujourd'hui d'en rencontrer. Telle est la ressemblance des ivrognes, sous le rapport du désordre ou de l'*ataxie* des mouvements de la marche, de la station, de l'équilibration, que, plus d'une fois, on a refusé de recevoir, dans les hôpitaux, certains individus réellement atteints d'une maladie du cervelet, parce qu'on les avait considérés comme étant dans un état d'ivresse. Parmi les cas que j'ai consultés pour composer cette Note, il en est quelques-uns qui rentraient dans cette catégorie.

» *Première observation* (¹). — Une femme de vingt-huit ans entre le 28 mars 1866 dans le service de M. Vigla, à l'Hôtel-Dieu. *Si l'on fait lever cette malade, elle maintient avec peine son équilibre, même au repos, et la marche, sans soutien ni direction, devient impossible; après deux ou trois pas, qu'elle exécute en chancelant, elle tend à tomber à droite ou à gauche, et souvent elle est prise d'un mouvement en arrière, qui se terminerait par une chute si l'on ne retenait le corps au moment où il perd l'équilibre.*

» Les membres inférieurs ne sont pas paralysés, même incomplètement, car, bien que cette femme soit maigre et affaiblie, la flexion et la tension de ces membres résistent aux efforts qu'on exerce pour les produire, si sa volonté s'y oppose.

» La malade meurt d'une variole le 24 avril, et, à l'examen du cadavre, le cervelet présenta l'altération suivante. Sur la face inférieure de son lobe droit, sous une couche très mince de sa substance, se trouve une tumeur grosse comme une noix, facile à énucléer, et la substance qui lui sert de lit est légèrement ramollie. Elle comprimait plus ou moins le pédoncule cérébelleux inférieur droit, l'olive et la pyramide du même côté, et enfin les septième et huitième paires de nerfs droites (²).

» *Seconde observation* (³). — Un jeune homme de dix-sept ans entre le 24 novembre dans le service de M. Guéneau de Mussy et y meurt le 21 février suivant. Parmi les symptômes qu'il avait présentés pendant son séjour, nous signalerons les suivants : vertiges, *marche difficile, accompagnée de titubation.* La sensibilité et l'intelligence étaient conservées.

» Il existait, à la face inférieure de l'hémisphère gauche du cervelet : 1° une tumeur enkystée du volume d'un petit œuf, renfermant une sérosité filante, limpide; 2° une production du volume d'une petite poire, dure, bosselée à sa surface, constituée par la substance nerveuse refoulée et comme tassée....

» VI. Parmi les objections qu'a soulevées la doctrine ci-dessus énoncée et discutée, il en est dont on a trouvé la raison dans les expériences de Flourens sur les canaux semi-circulaires de l'oreille interne. D'après ces expériences, les lésions de ces canaux donneraient lieu à des lésions de la station et de la marche, analogues à celles que produisent les expériences sur le cervelet lui-même. Dans une prochaine Communication, je répondrai victorieusement, je l'espère, à ces objections. »

(¹) Cette observation a été recueillie par M. Hémey, interne, et publiée dans la *Lancette française* (21 juin 1866).

(²) Les lésions de ces diverses parties avaient déterminé des symptômes particuliers, que nous n'avons pas dû noter dans le simple résumé de l'observation.

(³) Cette observation a été consignée dans la thèse de M. le Dʳ Macabiau, soutenue en 1869, à la Faculté de Médecine de Paris.

GÉOLOGIE. — *Sur les réseaux de cassures ou diaclases qui coupent la série des terrains stratifiés; nouveaux exemples fournis par les couches crétacées aux environs d'Étretat et de Dieppe;* par M. **Daubrée.**

« J'ai déjà signalé l'occasion, singulièrement favorable à l'étude des diaclases, que fournissent, sur une hauteur atteignant 100^m, les escarpements verticaux des falaises crayeuses de la Normandie, dont le pied est facilement accessible à marée basse. On a déjà vu comment, aux environs du Tréport ([1]), ils ont laissé reconnaître la régularité géométrique des innombrables diaclases qui les traversent. J'ai poursuivi le même examen aux environs d'Étretat et de Dieppe.

» Les Tableaux ci-contre résument les résultats que j'ai obtenus.

» Les écarts des diverses mesures ne sont pas considérables, abstraction faite d'un très petit nombre, qui sont évidemment exceptionnelles; ils sont au maximum :

	Système A.		Système B.	
A Étretat : moyenne ...	N. 17° E.		N. 120° E.	
	En moins.	En plus.	En moins.	En plus.
	17°	18°	18°	12°
A Dieppe : moyenne ...	N. 10° E.		N. 111° E.	
	10°	10°	10°	21°

» Nous retrouvons ici la tendance, que nous avons déjà signalée, des diaclases à affecter un parallélisme, de manière à constituer des groupes.

» De plus, à Étretat, les diaclases se répartissent en deux systèmes de ce genre, inclinés l'un sur l'autre de 114° en moyenne. C'est à cette disposition que paraissent dus des redans presque rectangulaires et nettement visibles sur certaines photographies de l'aiguille de la Porte d'Aval, prises de l'ouest. On doit leur rattacher aussi l'existence et la forme des éperons crayeux, si connus sous le nom de *Manne-Porte* ou *Male-Porte,* de *Porte d'Aval* et de *Porte d'Amont.* La Carte du Dépôt de la Guerre montre, de son côté, près de la falaise d'Aval, un petit vallon dirigé N. 110° E., c'est-à-dire à peu près comme les diaclases et les saillies des roches voisines.

» A Dieppe et au Pollet, conformément à ce qui a déjà été fréquemment constaté ailleurs, l'un des systèmes de diaclases prédomine sur l'autre, au double point de vue de la fréquence et de la netteté. Dans la seconde localité, il n'y a plus, pour ainsi dire, qu'un système.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 677, 679 et 728; 1879.

Environs d'Étretat.

Noms des localités.	DIRECTION. Système A.	Système B.
	o	o
FALAISE D'AVAL :		
Falaise d'Aval, à Étretat même....	//	N. 132 E.
Face orientale de la porte d'Aval........................	//	N. 110 E.
	//	N. 124 E.
Manne-Porte..................	//	* N. 117 E.
Cassure reconnaissable sur 100m.	N. 20 E.	//
A l'ouest de la Manne-Porte, grande falaise...............	//	**N. 80 E.** (1)
2e éperon sur lequel repose la ruine d'une courtine.........	//	N. 124 E.
Le long de la falaise...........	N. 35 E.	//
Moyenne de plusieurs mesures..	N. 30 E.	//
FALAISE DITE D'AMONT :		
Moyennes de plusieurs observations.......................	//	N. 113 E.
8 cassures parallèles sur 50m environ......................	N. 12 E.	//

Noms des localités.	DIRECTION. Système A.	Système B.
	o	o
Falaise d'Amont, vue de loin....	N. 16 E.	//
Carrière de craie..............	N. 0 E.	N. 102 E.
	N. 20 E.	N. 117 E.
	//	N. 117 E.
Séries de cassures planes........	//	**N. 42 E.** (1)
	//	N. 117 E.
	N. 12 E.	//
Cassure verticale à 1km d'Étretat..	//	N. 117 E.
Ensemble de la Falaise aux environs de Vattelot............	N. 20 E.	**N. 42 E.** (1)
	N. 0 E.	//
Baraque des douanes, à 1km à l'est d'Étretat................	//	N. 132 E.
	N. 27 E.	N. 117 E.
Face orientale de la porte d'Amont ou du Chaudron........	//	N. 132 E.
	//	N. 132 E.
Moyennes............	N. 17 E.	N. 120 E.
	(11 mesures.)	(15 mesures.)

Environs de Dieppe.

Noms des localités.	DIRECTION. Système A.	Système B.
	o	o
FALAISE DE DIEPPE : Parties situées à proximité du Casino sur une distance de 800m........................	* //	N. 117 E.
	//	N. 110 E.
	//	N. 110 E.
	//	N. 110 E.
	//	N. 124 E.
	//	N. 117 E.
	N. 12 E.	//
	//	N. 95 E.
	//	N. 132 E.
	//	N. 117 E.
	//	N. 127 E.
	//	**N. 72 E.** (1)
	//	N. 110 E.
Carrière du four à chaux du Bas-Fort-Flan.....................	//	N. 117 E.
Carrière voisine................	//	N. 117 E.
		N. 110 E.
Carrière du mont de Caux.....	//	N. 95 E.
		N. 113 E.
FALAISE DU POLLET :		
Près de la ville.................	//	N. 117 E.
»	//	N. 95 E.
»	//	N. 95
A l'abattoir....................	//	* N. 95 E.
Au-dessous de l'église..........	//	N. 98 E.
	//	N. 110 E.
	N. 20 E.	N. 102 E.
	N. 6 E.	N. 113 E.

Noms des localités.	DIRECTION. Système A.	Système B.
	o	o
Dans une ancienne carrière.....	//	* N. 110 E.
		N. 132 E.
Mesures prises entre le point précédent et un point situé à 500m de Puits...............	//	N. 132 E.
	//	* N. 117 E.
	//	N. 117 E.
	//	N. 102 E.
	//	N. 117 E.
	//	N. 117 E.
	//	N. 117 E. (2)
	//	N. 110 E. (3)
	//	N. 117 E. (3)
	//	** N. 113 E. (4)
	//	** N. 113 E. (4)
	//	N. 95 E. (5)
	//	N. 110 E.
	//	N. 102 E. (6)
	//	N. 113 E. (7)
	//	N. 117 E. (7)
	//	N. 110 E.
	//	N. 110 E. (8)
	//	N. 110 E.
	//	N. 110 E.
Moyennes............	N. 10 E.	N. 111 E.
	(5 mesures.)	(46 mesures.)

(1) Les lettres noires indiquent des directions exceptionnelles. — (2) Bien nette; caverne au pied. — (3) Largeur de quelques décimètres, avec un remplissage. — (4) Cette direction s'accuse en même temps sur le plancher, par des traces horizontales distantes de 1m à 1m,50. — (5) Surface gauche. — (6) Plonge de 70° vers Est. — (7) Cette direction s'accuse en même temps par des traces horizontales. — (8) Plonge de 60° vers Est.

» Rappelons d'ailleurs que, pour voir se dégager la loi géométrique qui préside à ces accidents, il est indispensable de faire de nombreuses mesures.

» Dans tous les cas, les diaclases se rattachent, comme un effet à sa cause, aux ploiements que les couches ont subis, et dont différents géologues, notamment M. Hébert et M. de Mercey [1], ont fait connaître l'existence.

» Il en est de même, comme on l'a vu, dans les expériences synthétiques, où se retrouve le double caractère, signalé plus haut, de régularité générale et d'irrégularités accidentelles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. H. POINCARÉ.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Puiseux.)

« Le quotient de deux fonctions thétafuchsiennes correspondant à un même groupe fuchsien et à une même valeur du nombre entier m est une fonction $F(z)$ uniforme en z, et telle que

$$F(z, K_i) = F(z).$$

» C'est donc une fonction fuchsienne, d'après la définition donnée dans la Note précédente. En d'autres termes, on a identiquement, pour une infinité de valeurs des constantes a, b, c, d,

$$F\left(\frac{az+b}{cz+d}\right) = F(z).$$

» Je démontre deux théorèmes :

» 1° *Entre deux fonctions fuchsiennes ayant même groupe et n'ayant d'autre point singulier essentiel que ceux qui sont une conséquence de leur définition, il y a une relation algébrique.*

» 2° *Toute fonction fuchsienne* $F(z)$ *permet d'intégrer une équation linéaire à coefficients algébriques de la manière suivante. Si l'on pose*

$$x = F(z), \quad y_1 = \sqrt{\frac{dF}{dz}}, \quad y_2 = z\sqrt{\frac{dF}{dz}},$$

---

[1] DE MERCEY, *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. IV, p. 561 (1876); *Bulletin de la Société linnéenne du Nord*, t. I, p. 408.

y_1 et y_2 satisfont à l'équation différentielle.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y\,\varphi(x),$$

$\varphi(x)$ étant algébrique en x.

» Soit, en particulier, l'équation

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} = y\left[\frac{\frac{1}{\alpha^2}-1}{4x^2} + \frac{\frac{1}{\beta^2}-1}{4(x-1)^2} + \frac{1+\frac{1}{\gamma^2}-\frac{1}{\alpha^2}-\frac{1}{\beta^2}}{4x(x-1)}\right],$$

où α, β, γ sont des nombres entiers positifs finis ou infinis, et tels que

$$\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}+\frac{1}{\gamma}<1.$$

» Si z est le rapport des intégrales, on a

$$x = f(z),$$

$f(z)$ étant une fonction fuchsienne relative au groupe (α, β, γ).

» Elle n'existe qu'à l'intérieur du cercle fondamental, et peut être regardée comme le quotient des deux fonctions thétafuchsiennes

$$\frac{\left(\frac{df}{dz}\right)^m}{[f(z)]^p[f(z)-1]^q},\quad \frac{\left(\frac{df}{dz}\right)^m f(z)}{[f(z)]^p[f(z)-1]^q}.$$

m, p et q sont des nombres entiers qui satisfont aux inégalités toujours compatibles

$$1-\frac{p}{m}\geqq\frac{1}{\alpha},\quad 1-\frac{q}{m}\geqq\frac{1}{\beta},\quad \frac{p+q-1}{m}-1\geqq\frac{1}{\gamma}.$$

» Ces deux fonctions, qui n'existent qu'à l'intérieur du cercle fondamental, sont holomorphes à l'intérieur de ce cercle.

» Si $\alpha=\beta=\gamma=\infty$, l'équation (1) se ramène à l'équation qui détermine les périodes de $\sin\operatorname{am} x$ en fonctions du carré du module.

» Je ramène ensuite aux fonctions thétafuchsiennes ces invariants arithmétiques que j'ai définis dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en septembre 1879.

» Soit $F(z)$ une fonction fuchsienne quelconque ; posons $x = F(z)$.

» J'appelle *système de fonctions zétafuchsiennes* tout système de fonctions

$\theta_1(z), \theta_2(z), \ldots, \theta_n(z)$ uniformes en z, et telles que le déterminant

$$\begin{vmatrix} \frac{d^{\alpha_1}\theta_1}{dx^{\alpha_1}} & \frac{d^{\alpha_2}\theta_1}{dx^{\alpha_2}} & \cdots & \frac{d^{\alpha_n}\theta_1}{dx^{\alpha_n}} \\ \frac{d^{\alpha_1}\theta_2}{dx^{\alpha_1}} & \frac{d^{\alpha_2}\theta_2}{dx^{\alpha_2}} & \cdots & \frac{d^{\alpha_n}\theta_2}{dx^{\alpha_n}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{d^{\alpha_1}\theta_n}{dx^{\alpha_1}} & \frac{d^{\alpha_2}\theta_n}{dx^{\alpha_2}} & \cdots & \frac{d^{\alpha_n}\theta_n}{dx^{\alpha_n}} \end{vmatrix}$$

soit une fonction fuchsienne de z, quels que soient les entiers $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$.

» Il est clair que $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ satisferont à une équation différentielle linéaire dont les coefficients seront algébriques en x.

» Je démontre que l'on peut former une infinité de fonctions zétafuchsiennes dont je donne diverses expressions par des séries, et qui permettent d'intégrer une infinité d'équations différentielles, entre autres *toutes les équations différentielles linéaires à coefficients rationnels qui ne présentent que deux points singuliers à distance finie et un à l'infini.*

» Donnons une application particulière.

» Soient K et K' les périodes d'une fonction elliptique, ω le carré de son module.

» Soit φ un algorithme tel que

$$\omega = \varphi\left(\frac{K + \sqrt{-1}K'}{K - \sqrt{-1}K'}\right).$$

» Soit une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels ayant pour points singuliers

$$x = 0, \quad x = 1, \quad x = \infty.$$

» Posons $x = \varphi(z)$, et soient $\theta_1(z), \theta_2(z), \ldots, \theta_n(z)$ les intégrales de l'équation proposée :

» 1° $\varphi(z)$ sera une fonction fuchsienne, $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ des fonctions zétafuchsiennes.

» Ces fonctions n'existeront qu'à l'intérieur du cercle fondamental.

» Elles seront holomorphes à l'intérieur de ce cercle, et par conséquent pourront toujours être représentées par des séries entières dont les coefficients sont aisés à calculer.

» En résumé, il existe une classe très étendue de fonctions dont les fonctions elliptiques ne sont qu'un cas particulier. Elles permettent d'intégrer un grand nombre d'équations différentielles. Différentes propriétés font

ressortir leur analogie avec les transcendantes elliptiques et celle des fonctions thétafuchsiennes et zétafuchsiennes avec les fonctions Θ et Z. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Notice sur « Guillaume-Philippe Schimper, sa vie et ses travaux », par M. *Ch. Grad.*

M. **Dumas** dépose sur le bureau, de la part de M. *Charpentier,* ingénieur civil, une Lettre adressée par Ampère à la Commission administrative de l'Académie, qu'il s'empresse de mettre à la disposition de la Compagnie. La Lettre dont il s'agit nous apprend que notre illustre confrère avait dépensé, pour établir les appareils au moyen desquels il a fondé l'électricité dynamique, une première somme de 1500^{fr}, et qu'il se trouvait en présence d'une seconde somme à payer, s'élevant à 2000^{fr}. Ampère avait obtenu déjà le concours de l'Académie à la première occasion ; il le réclame pour la seconde. Ce concours ne lui fit pas défaut.

On voit ce qu'un homme de génie peut faire, au profit de la civilisation, avec une somme de 3500^{fr}, et ce que devient, en telle occasion, une avance dont le produit se chiffre aujourd'hui par centaines de millions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'intégrales abéliennes et sur certaines équations différentielles.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Étant donnée une relation algébrique de genre p,

$$f(x, y) = 0,$$

considérons une intégrale abélienne de première espèce correspondante

$$(1) \qquad \int \frac{F(x, y)\, dx}{f'_y(x, y)},$$

et supposons que ses périodes se réduisent à deux. J'adjoins à cette intégrale $p-1$ autres intégrales distinctes de première espèce, et soient F_1, F_2, ..., F_{p-1} les coefficients du numérateur sous le signe d'intégration ;

j'envisage le système abélien

$$\begin{aligned}
\frac{F(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \dots + \frac{F(x_p, y_p)\,dx_p}{f'_{y_p}(x_p, y_p)} &= du_0,\\
\frac{F_1(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \dots + \frac{F_1(x_p, y_p)\,dx_p}{f'_{y_p}(x_p, y_p)} &= du_1,\\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots&,\\
\frac{F_{p-1}(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \dots + \frac{F_{p-1}(x_p, y_p)\,dx_p}{f'_{y_p}(x_p, y_p)} &= du_{p-1}.
\end{aligned}$$

» Toute fonction symétrique de $x_1, x_2, \dots, x_p$ est, comme on sait, une fonction uniforme de $u_0, u_1, \dots, u_{p-1}$ à $2p$ paires de périodes. Mais ici va s'offrir une circonstance particulière : la variable u_0 restant fixe, cette fonction peut être considérée comme une fonction uniforme de $u_1, u_2, \dots, u_{p-1}$ à $2(p-1)$ paires de périodes. u_0 ayant donc une valeur constante, les p fonctions symétriques de $x_1, x_2, \dots, x_p$ deviennent des fonctions uniformes de $(p-1)$ variables à $2(p-1)$ paires de périodes, et, par suite, il existe entre elles une relation algébrique. On en conclut immédiatement que l'équation aux différentielles totales

$$(2)\qquad \frac{F(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \dots + \frac{F(x_p, y_p)\,dx_p}{f'_{y_p}(x_p, y_p)} = 0$$

a son intégrale générale algébrique.

» La réciproque de la proposition précédente est exacte et s'établit bien aisément : si l'équation (2) a son intégrale générale algébrique, l'intégrale abélienne (1) n'aura pas plus de deux périodes.

» On voit donc le lien étroit qui rattache la question de la réduction des intégrales abéliennes aux intégrales elliptiques et l'intégration algébrique de certaines équations différentielles. Je vais traiter ici complètement la question dans le cas d'une intégrale abélienne du premier genre, c'est-à-dire correspondant à la courbe

$$(3)\qquad y^2 = x(1-x)(1-k^2x)(1-\lambda^2x)(1-\mu^2x) = R(x).$$

» Nous allons chercher comment doivent être choisis k, λ et μ pour que l'on puisse trouver un polynôme $f(x)$ du premier degré, de manière que l'équation

$$(4)\qquad \frac{f(x_1)\,dx_1}{\sqrt{R(x_1)}} + \frac{f(x_2)\,dx_2}{\sqrt{R(x_2)}} = 0$$

ait ses intégrales algébriques. $\varphi(x)$ désignant un second polynôme du premier degré en x, j'envisage, comme plus haut, le système abélien

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{f(x_1)\,dx_1}{\sqrt{R(x_1)}} + \dfrac{f(x_2)\,dx_2}{\sqrt{R(x_2)}} = du_0, \\ \dfrac{\varphi(x_1)\,dx_1}{\sqrt{R(x_1)}} + \dfrac{\varphi(x_2)\,dx_2}{\sqrt{R(x_2)}} = du_1. \end{cases}$$

» Désignons maintenant par $P(x)$ et $Q(x)$ les intégrales abéliennes normales correspondant à l'équation (3). Le système des deux équations précédentes peut évidemment s'écrire, en désignant par A, B, A', B' des constantes convenables

$$P(x_1) + P(x_2) = Au_0 + Bu_1 = v_0,$$
$$Q(x_1) + Q(x_2) = A'u_0 + B'u_1 = v_1,$$

et toute fonction symétrique de x_1 et x_2 est une fonction uniforme $F(v_0, v_1)$ aux quatre paires de périodes conjuguées, que je suppose irréductibles,

Pour v_0.	0,	$2\pi i$,	2α,	2γ,
Pour v_1.	$2\pi i$,	0,	2γ,	2β.

Donc toute fonction symétrique de x_1, x_2, définis par les équations (5), aura la forme

$$F(Au_0 + Bu_1, A'u_0 + B'u_1).$$

Mais, dans le cas qui nous occupe, cette fonction doit être une fonction doublement périodique de u_1. Désignons par ω et ω' ces périodes; on aura nécessairement

$$B\omega = 2n\pi i + 2p\alpha + 2q\gamma,$$
$$B'\omega = 2m\pi i + 2p\gamma + 2q\beta,$$

m, n, p et q étant quatre entiers.

» On aura pareillement

$$B\omega' = 2n'\pi i + 2p'\alpha + 2q'\gamma,$$
$$B'\omega' = 2m'\pi i + 2p'\gamma + 2q'\beta,$$

m', n', p' et q' étant encore des entiers. Des relations précédentes on conclut

$$(2n\pi i + 2p\alpha + 2q\gamma)(2m'\pi i + 2p'\gamma + 2q'\beta)$$
$$= (2m\pi i + 2p\gamma + 2q\beta)(2n'\pi i + 2p'\alpha + 2q'\gamma)$$

où

$$(6)\quad \left\{\begin{array}{l} -\pi^2(m'n - mn') + \pi i\alpha(pm' - mp') + \pi i\beta(nq' - n'q) \\ \quad + \pi i\gamma(np' + m'q - mq' - n'p) + (p'q - pq')(\gamma^2 - \alpha\beta) = 0. \end{array}\right.$$

Voilà donc une relation à laquelle doivent satisfaire les trois quantités α, β, γ pour des valeurs convenables données aux entiers m, n, p, q, m', n', p' et q'.

» Réciproquement, si l'on prend deux intégrales normales P et Q, formées à l'aide de trois quantités α, β et γ vérifiant une relation de la forme (6), l'intégrale abélienne

$$\mathrm{B\,P}(x) - \mathrm{B'\,Q}(x),$$

où

$$\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{B'}} = \frac{2m\pi i + 2p\alpha + 2q\gamma}{2m\pi i + 2p\gamma + 2q\beta} = \frac{2n'\pi i + 2p'\alpha + 2q'\gamma}{2m'\pi i + 2p'\gamma + 2q'\beta},$$

n'aura que deux périodes. Mais on sait que les trois modules k^2, λ^2, μ^2 s'expriment à l'aide de α, β, γ par les formules de Göpel et de M. Rosenhain,

$$(7)\qquad k^2 = \frac{\Theta_{22}^2(0,0)\,\Theta_{23}^2(0,0)}{\Theta_{32}^2(0,0)\,\Theta_{33}^2(0,0)},\quad \lambda^2 = \ldots,$$

les Θ étant formés précisément avec les quantités α, β, γ.

» La question proposée est donc résolue d'une manière complète. On pourra trouver un polynôme $f(x)$ du premier degré tel que l'équation (4) ait ses intégrales algébriques, si k, λ et μ sont donnés par les formules (7) dont les seconds membres sont des fonctions de trois quantités α, β et γ assujetties à satisfaire à une relation de la forme (6).

» Les considérations générales exposées au début de cette Note peuvent être étendues à un problème qui, au point de vue où nous sommes placés, sera la généralisation de celui qui est relatif à la réduction des intégrales abéliennes aux intégrales elliptiques. Supposons que deux intégrales de première espèce

$$\int \frac{\mathrm{F}(x,y)\,dx}{f'_y(x,y)},\quad \int \frac{\mathrm{F}_1(x,y)\,dx}{f'_y(x,y)}$$

n'aient que quatre périodes, et cela de telle manière que,

$$\begin{array}{cccc} a, & b, & c, & d, \\ a_1, & b_1, & c_1, & d_1 \end{array}$$

désignant quatre périodes correspondantes irréductibles, tout autre sys-

tème de périodes correspondantes soit de la forme

$$ma + nb + pc + qd,$$
$$ma_1 + nb_1 + pc_1 + qd_1,$$

m, n, p et q étant, bien entendu, quatre entiers.

» On démontrera, par des raisonnements analogues à ceux qui ont été faits précédemment, que les deux équations simultanées aux différentielles totales

$$\frac{F(x_1, y_1)\, dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \ldots + \frac{F(x_p, y_p)\, dx_p}{f'_{y_p}(x_p, y_p)} = 0,$$
$$\frac{F_1(x_1, y_1)\, dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \ldots + \frac{F_1(x_p, y_p)\, dx_p}{f'_{y_p}(x_p, y_p)} = 0$$

ont toutes leurs intégrales algébriques, et, dans ce cas, se posent par conséquent des problèmes analogues à ceux dont nous avons donné plus haut un premier exemple. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un intégrateur, instrument servant à l'intégration graphique.* Note de M. **Br. Abdank-Abakanowicz.**

« Soit (*fig.* 1) CD la courbe dont l'équation est, en coordonnées rectangulaires,

(1) $$y = f(x).$$

» Traçons une autre courbe EF, dont l'équation soit

(2) $$Y = \int f(x)\, dx + C.$$

» La constante sera évidemment représentée par l'ordonnée initiale AE.

» Chaque ordonnée de cette courbe, que nous appellerons *la courbe intégrale,* moins la constante, représente l'aire comprise entre la courbe CD et l'axe des abscisses, depuis l'ordonnée initiale jusqu'à l'ordonnée prise à volonté (GH — AE représente l'aire ACLH). La courbe intégrale [1] indique graphiquement le mode d'accroissement de l'aire mentionnée par l'addition successive des éléments infiniment petits $y\,dx$. La courbe EF admet une courbe intégrale aussi bien que la courbe CD. Nous l'appellerons *la seconde courbe intégrale.* On peut répéter cette opération jusqu'à l'infini.

---

[1] Zmurko, *Wyklad matematyki,* 1864, Lwow; Solin, *Ueber graph. Integration,* 1872; Nehls, *Die graph. Integr.,* 1877.

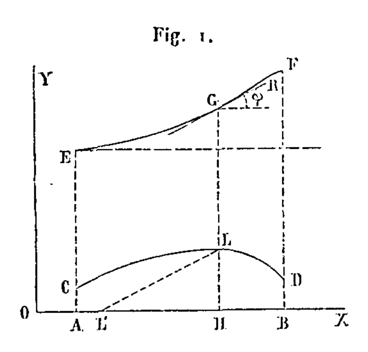
» Différentions l'équation (2)

$$\frac{dY}{dx} = f(x) = y = \text{tang}\,\varphi,$$

si φ est l'angle sous lequel la tangente à la courbe intégrale est inclinée à l'axe des X.

» Or, si nous prenons un point L′ dont la distance du point H est égale à l'unité, la droite LL′ sera parallèle à la tangente GR. Cette propriété a

Fig. 1.



donné le moyen de tracer la courbe intégrale d'une manière approximative (Zmurko, 1864), étant donnée la courbe CD, que nous appellerons *courbe différentielle*, par rapport à la courbe EF.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la description d'un instrument qui sert à la construction des courbes intégrales, étant donnée une courbe quelconque tracée sur une surface plane. L'instrument auquel j'ai donné le nom d'*intégrateur* est basé sur l'application d'un nouveau principe cinématique. Les deux points L et G doivent être liés entre eux de manière que, lorsque le point L se meut sur la courbe donnée, le point G, restant toujours sur une verticale avec L, décrive la courbe intégrale.

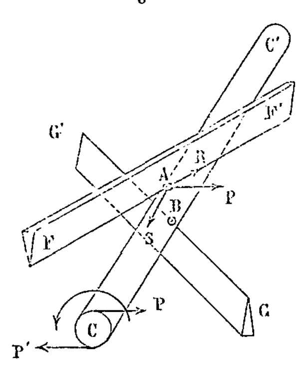
» Supposons que l'ordonnée HG soit l'axe d'une vis, dont l'écrou est au point H. Imprimons à cet écrou un mouvement de translation avec une vitesse constante dans la direction OX, et en même temps faisons tourner la vis avec une vitesse constante. Chaque point de l'axe de la vis décrira une droite parallèle à l'inclinaison du filet de la vis.

» Si l'on pouvait avoir une vis dont on pût changer l'inclinaison des filets d'une manière que, chaque instant, les filets fussent parallèles aux droites LL′, chaque point de l'axe décrirait la courbe intégrale.

» La vis à filets variables est le principe de l'intégrateur. Comme vis, j'emploie un cylindre, et comme filets des règles dont je change l'inclinaison φ.

» Le cylindre CC′ (*fig.* 2) est serré entre deux règles FF′ et GG′. Ces règles peuvent se mouvoir avec facilité dans la direction de leur longueur et pivoter simultanément autour d'un axe vertical passant par les points de contact

Fig. 2.



A et B du cylindre et des règles. Les deux règles font partie d'un parallélogramme, de sorte que, quand on fait tourner une de ces règles d'un angle φ, l'autre tourne en sens contraire d'un angle $-\varphi$.

» Le cylindre CC a un mouvement libre dans la direction de son axe. Supposons qu'on lui imprime un mouvement de rotation positive. Comme les règles peuvent se mouvoir facilement dans la direction de leur longueur, si la résistance de la friction entre ces règles et le cylindre est suffisante, elles avanceront dans le sens de FF′ et GG′, le cylindre dans la direction de son axe et dans le sens CC′. Or, comme l'inclinaison des règles peut être modifiée à volonté, un pareil agencement représente une vis à filets variables.

» La vitesse du mouvement longitudinal du cylindre sera proportionnelle à la tangente φ, si φ est l'angle formé par la règle et une droite perpendiculaire à l'axe du cylindre. Transportons le couple des forces P, P′ aux points de contact A et B. Au point A, la force P se décompose, selon le parallélogramme des forces, en deux composantes R et S, dont l'une R agit dans la direction de la règle FF′, et l'autre S dans la direction de l'axe du cylindre. Or, comme la règle FF′ est pressée avec une certaine force contre le cylindre, et qu'elle peut se mouvoir facilement dans la direction de sa longueur, cette règle avancera, dans le sens indiqué, sous l'influence de la composante R. L'autre composante S tend à imprimer un mouvement de translation parallèle à la règle; mais, comme cette règle est pivotée au point A sur un axe vertical fixe, le cylindre libre avancera par réaction dans le sens contraire. On trouve au point B les mêmes effets.

» J'aurai l'honneur de communiquer prochainement la description complète de l'intégrateur, dont l'agencement décrit dans cette Note est la partie essentielle. »

PHYSIQUE. — *Du pouvoir refroidissant des gaz et des vapeurs.* Note de M. **Witz**, présentée par M. Desains.

« Poursuivant mes recherches sur les échanges de chaleur qui interviennent entre les fluides gazeux et les parois métalliques des cylindres qui les renferment dans les moteurs à vapeur et autres, j'ai été conduit à déterminer les pouvoirs refroidissants de l'air saturé d'humidité, du gaz d'éclairage, du gaz acide sulfureux et de la vapeur d'eau.

» J'ai employé à cet effet le même appareil qui m'a servi à observer les pouvoirs refroidissants de l'air aux pressions élevées, résultats qui ont fait l'objet d'une Note précédente [1].

» Les vitesses de refroidissement dans l'air sec, à 760^{mm} de pression, avaient été trouvées égales

Pour un excès de 60°, à	0°,0298
Pour un excès de 40°, à	0°,0208

De nouvelles expériences, conduites parallèlement sur de l'air sec et de l'air saturé, à une température moyenne de 4° et de 12°, ont donné les vitesses suivantes :

		Pour un excès de 60°.	Pour un excès de 45°.
Première série.	Air sec	0,0285	0,0189
	Air saturé	0,0241	0,0178
Seconde série.	Air sec	0,0298	0,0207
	Air saturé	0,0243	0,0208

» A 45°, la vitesse paraît la même, la légère différence que présentent ces chiffres devant être attribuée aux erreurs d'expérience; à 60°, la vitesse est un peu moindre dans l'air saturé, mais les résultats qui suivent expliqueront ce fait.

» L'action de l'air sec et de l'air saturé a pu être comparée d'une manière différente. L'enceinte dans laquelle le thermomètre se refroidit étant

(1) *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 228.

reliée à un manomètre à eau très sensible, on constate que la pression, donc la température du gaz, varie : s'élevant d'abord rapidement, elle passe ensuite par un maximum, reste un instant stationnaire, puis décroît lentement. Or, dans l'air sec, la température stationnaire est supérieure de 1°,2 à celle de la paroi, et elle coïncide avec un excès de 61° du thermomètre sur l'enceinte; dans l'air saturé, je trouve 1° et 64° pour les chiffres correspondants : ils sont voisins.

» Établissant, d'après ces éléments, une relation entre les quantités de chaleur cédées par le thermomètre au gaz et par le gaz à la paroi, il est possible d'en déduire le pouvoir refroidissant de l'enceinte sur le gaz; je trouve par degré d'excès une vitesse de refroidissement de l'air sec de 0°,1124, de l'air saturé de 0°,1160. Or, dans une Thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris sur l'*Effet thermique des parois d'une enceinte sur les gaz qu'elle renferme* (1), j'avais observé, par une méthode entièrement différente, une vitesse de 0,1116 de l'air sec, répondant à la formule

$$v = (0,11 + 0,0016\varepsilon)\varepsilon,$$

établie pour la même enceinte. Il paraît légitime d'en conclure à l'égalité des pouvoirs refroidissants de l'air sec et saturé d'humidité.

» Des expériences semblables ont été tentées sur le gaz d'éclairage saturé d'humidité et sur le gaz acide sulfureux. Voici les résultats de ces recherches pour une pression de 760mm :

	Pour un excès de	
	60°.	45°.
Gaz d'éclairage saturé à 0°,6	0,119	0,063
Acide sulfureux à 15°,5	0,021	0,011

» Le pouvoir refroidissant moyen du gaz d'éclairage rapporté à celui de l'air serait égal à 3,48, celui de l'acide sulfureux ne dépasserait pas 0,61.

» Dulong et Petit avaient cru observer que la loi des excès restait la même pour tous les fluides élastiques; il semblerait, au contraire, que les vitesses croissent plus vite que la puissance 1,233 des excès.

» A 1520mm de pression, les vitesses de refroidissement dans l'acide sulfureux deviennent égales à 0,036 et 0,021; entre ces limites, l'exposant dont la pression doit être affectée est donc égal à 0,67.

(1) *Annales de Chimie de Physique*, 5e série, t. XV, p. 433-529.

» Les vitesses de refroidissement du thermomètre dans la vapeur d'eau à 100° sont les suivantes :

	Pour un excès de			
	45°.	38°.	22°,5.	19°.
Vapeur d'eau...............	0,0300	0,0227	0,0168	0,0127

» Ces vitesses croissent proportionnellement à la puissance 0,83 des excès; ainsi s'explique la différence en moins, très légère, que présente la vitesse dans l'air saturé pour un excès de 60°. »

CAPILLARITÉ. — *Sur les surfaces de révolution limitant les liquides dénués de pesanteur*. Note de M. A. TERQUEM, présentée par M. Faye.

« Les diverses surfaces limitant un liquide dénué de pesanteur sont, comme l'on sait, la *sphère*, l'*onduloïde* et le *cylindre*, avec une pression intérieure plus forte que la pression extérieure, le *nodoïde*, pour une portion duquel cette pression est moindre, et enfin le *plan* et le *caténoïde* (dont la ligne méridienne est une chaînette), pour lesquels la pression est la même de part et d'autre de la surface. M. Plateau a réalisé la plupart de ces surfaces, soit avec de l'huile mise en suspension dans un mélange d'alcool et d'eau de même densité, soit sous forme de solides laminaires, avec le liquide glycérique. Toutefois, il n'a étudié que sommairement les surfaces à pression négative, formées de la portion du nodoïde qui tourne sa convexité vers l'axe de révolution; il les a réalisées avec de l'huile, mais sans déterminer l'influence de la courbure de la surface sur la pression intérieure; il ne les a pas produites sous la forme de figures laminaires: entre des anneaux, en effet, des difficultés particulières s'opposent à ce que l'on puisse obtenir cette portion concave du nodoïde. En outre, entre deux anneaux parallèles assez rapprochés, la théorie indique qu'on peut insérer deux caténoïdes, l'un peu concave (cat. A) et l'autre plus concave (cat. B). M. Plateau ne put obtenir que le caténoïde A et pensait, par suite, que l'autre était instable. Enfin l'on sait que, d désignant le diamètre des deux circonférences qui limitent la surface de révolution et D leur distance, si l'on a $D < 0,6627d$, on peut insérer théoriquement entre celles-ci les deux caténoïdes A et B. Si $D = 0,6627d$, on ne peut plus insérer qu'un caténoïde, limite commune des caténoïdes A et B, et, si l'on a $D > 0,6627d$, aucun caténoïde n'est possible entre ces deux circonférences.

» J'ai réussi à obtenir sous la forme de figures laminaires les deux caté-

noïdes A et B, ainsi que des portions concaves de nodoïdes. Dans ce but, j'ai substitué aux anneaux habituellement employés deux boîtes cylindriques creuses en laiton, fixées à des hauteurs variables l'une au-dessus de l'autre, à l'aide de tiges horizontales et d'un support Edelmann; les circonférences des ouvertures de ces boîtes, tournées l'une vers l'autre, et entre lesquelles on doit former la surface laminaire, sont revêtues d'un rebord intérieur à arête vive, à laquelle adhère cette surface pour des pressions moindres que la pression atmosphérique et même un peu supérieures. Dans le fond du cylindre supérieur est découpé un cercle d'un diamètre moindre que celui du cylindre. Ce cercle est destiné à contenir une lame d'eau de savon formant un manomètre d'une extrême sensibilité, car c'est par les modifications des images des objets qui s'y réfléchissent qu'on juge des changements de courbure. Enfin une tubulure latérale que porte le cylindre supérieur permet, à l'aide d'un tube de caoutchouc, de faire varier, par aspiration ou insufflation, la masse d'air renfermée dans les boîtes cylindriques et la surface laminaire qui les unit. Voici les faits principaux que j'ai obtenus :

» 1° Supposons d'abord la distance D des deux circonférences limitant la surface de révolution $< 0,6627a$, c'est-à-dire dans des conditions telles que les deux caténoïdes A et B soient théoriquement possibles. L'ouverture du fond supérieur ayant été fermée par la membrane manométrique, admettons que l'on ait réalisé entre les bords des deux boîtes une surface cylindrique; la membrane manométrique est évidemment convexe. Si l'on aspire progressivement l'air intérieur, on voit cette membrane s'aplatir, devenir plane, puis concave; mais ensuite elle se relève, redevient plane, puis convexe, et enfin la surface de révolution, devenue fortement concave, finit par se rompre au cercle de gorge en formant deux portions de sphère adhérentes aux anneaux cylindriques. Les surfaces obtenues, en partant du cylindre, de plus en plus concaves, sont donc les suivantes : *cylindre, onduloïdes peu concaves, caténoïde* A, *nodoïdes, caténoïde* B et *onduloïdes très concaves.*

» Théoriquement, le second groupe d'onduloïdes devrait se terminer, pour un rayon du cercle de gorge nul, par deux surfaces sphériques en contact sur l'axe de révolution. Il n'existe donc de nodoïdes qu'entre les deux caténoïdes A et B, avec un caténoïde à pression minima; du cylindre au caténoïde A et du caténoïde B jusque près de l'axe, on a des onduloïdes.

» Si l'on détruit la membrane manométrique, de manière à rétablir la pression atmosphérique dans le volume intérieur, toutes les surfaces,

depuis le cylindre jusqu'au caténoïde B inclusivement, se déforment rapidement et donnent le caténoïde A. Les onduloïdes plus concaves que le caténoïde B, au contraire, se séparent au cercle de gorge en deux lames adhérentes aux anneaux.

» 2° Si l'on a $D = 0,6627d$, correspondant au caténoïde limite, on obtient par aspiration, en partant du cylindre, les surfaces suivantes : *cylindre, onduloïdes peu concaves, caténoïde limite, onduloïdes plus concaves.*

» La membrane manométrique, d'abord convexe, devient en effet plane, puis de nouveau convexe; elle ne peut devenir concave, puisque la région correspondant aux nodoïdes n'existe plus.

» 3° Si l'on a $D > 0,6627d$, en partant du cylindre et aspirant l'air, on voit la membrane manométrique s'aplatir, atteindre un minimum, puis se relever. Il existe donc ici un onduloïde à pression minimum, séparant les deux groupes d'onduloïdes.

» En résumé : 1° Si, pour la distance qui sépare les deux circonférences égales limitant la surface de révolution, on a $D < 0,6627d$, on peut, en général, réaliser deux onduloïdes, deux caténoïdes, deux nodoïdes, correspondant à la même constante de la formule fondamentale $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = \pm C$; la séparation de ces deux groupes est formée par un caténoïde à pression minima avec C négatif et maximum en valeur absolue; 2° si $D = 0,6627d$, on ne peut plus réaliser de nodoïdes et les deux groupes d'onduloïdes sont séparés par le caténoïde limite pour lequel $C = 0$; 3° si l'on a $D > 0,6627d$, on a encore deux groupes d'onduloïdes, inégalement concaves, avec la même constante C, et séparés par un onduloïde où C est minimum.

» Jusqu'à quelle distance cette loi se continue-t-elle? Je n'ai pu encore le déterminer avec l'appareil dont je me suis servi, non plus que faire des mesures exactes sur les pressions et les dimensions des surfaces; je devrai pour cela faire subir quelques modifications à l'appareil employé, puis je tâcherai de comparer les résultats obtenus avec la théorie. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie.* Troisième Note de M. **E. Mercadier**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans deux Notes insérées récemment aux *Comptes rendus* (t. XCI, p. 929 et 982), j'ai montré : 1° que les effets sonores résultant de l'action d'une radiation intermittente sur des lames minces d'un corps solide, et que M. G. Bell attribuait à une transformation d'énergie lumineuse, étaient

réellement le résultat d'une transformation d'énergie *thermique;* 2° que ces effets dépendaient principalement de la nature de la *surface* du récepteur; 3° que leur intensité était singulièrement augmentée quand cette surface était recouverte de substances, telles que le noir de fumée, le noir de platine, le bitume de Judée, etc., qui absorbent beaucoup la chaleur rayonnante.

» Il me restait à indiquer où et comment s'effectuait la transformation. Cette indication résultait naturellement des faits rapportés dans les deux Notes précédentes et dans le Mémoire qui vient de paraître dans le *Journal de Physique* (numéro de février 1881), mais j'avais tenu à la préciser par de nouvelles expériences.

» Or, il résulte de mes anciennes et de mes dernières expériences cette conclusion : *Les effets radiophoniques ou plutôt thermophoniques sont dus au mouvement vibratoire déterminé par l'échauffement et le refroidissement alternatifs produits par les radiations intermittentes, principalement dans la couche gazeuse adhérente à la paroi solide frappée par ces radiations, paroi antérieure dans les récepteurs opaques, postérieure dans les récepteurs transparents.*

» Pour ne laisser aucun doute à cet égard, j'ai changé la forme de mes récepteurs. Je les ai formés d'un tube de verre, bouché à l'extrémité inférieure, communiquant par l'autre avec un cornet acoustique par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc. Je fais tomber sur eux dans le sens longitudinal le faisceau radiant, concentré à l'aide d'une lentille cylindrique avant son passage à travers les quatre séries d'ouvertures de la roue interruptrice décrite dans ma première Note.

» Cette disposition très simple était destinée aussi à étudier les effets que produisaient les liquides, les vapeurs et les gaz qui pouvaient être *enfermés* dans les tubes, car on peut boucher l'extrémité supérieure avec une plaque mince de mica sans empêcher la production des effets sonores, mais en les affaiblissant un peu, il est vrai.

» 1° J'ai opéré d'abord avec de l'air.

» On constate alors, en enfumant la moitié supérieure du tube sur la moitié de sa surface *intérieure*, que les sons produits par la partie transparente sont extrêmement faibles et par la partie noircie extrêmement intenses.

» Au lieu d'enfumer le tube, ce qui présente des difficultés, j'y introduis des demi-cylindres de papier, de mica, de clinquant de zinc, de cuivre, d'aluminium, de platine, préalablement enfumés, ou même de toute substance un peu rigide pouvant condenser un peu les gaz à sa surface.

» En les superposant le long du tube et à l'intérieur, on entend des sons très faibles quand les radiations tombent sur la partie inférieure transparente, des sons intenses quand elles tombent sur les substances enfumées, mais dont l'intensité *varie très peu* avec *la nature* de ces substances, toutes choses égales d'ailleurs.

» C'est donc principalement l'air condensé par le noir de fumée qui vibre et communique ses vibrations au gaz ambiant, d'autant plus que, jusqu'à une certaine limite, l'intensité des sons *croît* avec l'*épaisseur* de la couche de noir de fumée déposée. D'ailleurs, si la couche enfumée est *à l'extérieur* du tube, du côté opposé aux radiations, elle est sans influence sensible sur les effets produits.

» Actuellement, un petit tube à essais en verre mince, de $0^m,05$ de longueur sur $0^m,006$ ou $0^m,007$ de diamètre, contenant une petite plaque de mica mince enfumée, constitue un récepteur plus sensible encore que ceux que j'avais indiqués précédemment : il résonne nettement avec la flamme d'une bougie et d'une lampe à alcool et parfaitement sous l'influence d'un simple fil de platine rectiligne rougi.

» 2° En versant une couche de quelques centimètres d'eau au fond du tube récepteur et la chauffant avec une lampe à alcool, j'ai pu opérer sur de l'air plus ou moins saturé de vapeur d'eau.

» On constate ainsi que les radiations traversant l'eau ne produisent pas d'effet sonore sensible; qu'en traversant l'air humide immédiatement au-dessus de l'eau et dans la partie transparente du tube les effets sonores se produisent *d'autant plus intenses* que l'air est *plus saturé* (ce qu'on obtient en chauffant de plus en plus le liquide); enfin qu'en traversant l'air humide de la partie supérieure du tube, où les radiations frappent un demi-cylindre de clinquant enfumé, on obtient les mêmes résultats, mais *avec une intensité beaucoup plus grande,* due évidemment à l'absorption des radiations calorifiques par le noir de fumée, et par suite par la couche de gaz et de vapeur condensée.

» 3° J'ai obtenu les mêmes résultats avec une dissolution d'ammoniaque et avec de l'éther sulfurique, avec des intensités différentes.

» J'avais fait construire par M. Duboscq un appareil pour l'étude des gaz et des vapeurs; mais je viens d'apprendre, par la lecture du dernier numéro de la *Revue scientifique,* que M. Tyndall avait fait les expériences que je voulais faire. Personne n'était plus en état de les exécuter que le savant physicien à qui nous devons de si beaux travaux sur l'absorption de la chaleur rayonnante par les gaz et les vapeurs. M. Tyndall a constaté

principalement que les effets sonores produits par les gaz et les vapeurs enfermés dans des ballons en verre étaient *d'autant plus intenses qu'ils absorbaient mieux les radiations calorifiques*, et il est parvenu, comme je l'avais fait moi-même (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 982) à produire ces effets avec des radiations calorifiques *obscures*.

» Il résulte donc bien des recherches de M. Tyndall comme de mes anciennes et nouvelles expériences : 1° que les effets radiophoniques sont des effets *thermiques* et non *lumineux*; 2° que ce sont les gaz échauffés et refroidis alternativement qui les produisent, et non les solides et les liquides.

» Le mécanisme des effets remarquables découverts par M. G. Bell se trouve donc ainsi élucidé.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai le moyen de *multiplier* ces effets, de façon à pouvoir, je l'espère, les faire entendre à distance. »

OPTIQUE. — *Miroirs magiques en verre argenté*. Note de M. L. LAURENT, présentée par M. A. Cornu.

« L'Académie connaît les curieuses expériences sur les miroirs magiques de MM. Bertin et Duboscq [1]. Ces miroirs, ainsi que ceux du Japon, sont *tous* en métal. J'ai pensé à utiliser *le verre*; il est assez élastique pour cela. En employant le verre, on a de bonnes surfaces; en l'argentant, on a un grand pouvoir réflecteur.

» J'ai d'abord essayé du verre moulé, en polissant la surface opposée aux saillies. J'ai pris ensuite des glaces minces du commerce et j'ai fait graver un dessin en creux. On peut combiner les deux modes.

» Au repos, le miroir est plan et donne de bonnes images. Pour le comprimer ou le déprimer, il suffit de souffler ou d'aspirer simplement avec la bouche. On peut se servir aussi d'une poire en caoutchouc. Si l'on comprime, l'ensemble de la surface devient convexe; les *saillies* résistent davantage; elles forment comme des éléments de miroirs un peu moins convexes, dispersent moins la lumière et paraissent par conséquent plus claires; on a un dessin *blanc* sur fond sombre. Les creux résistent moins, sont plus convexes, dispersent davantage et se détachent en noir sur fond blanc.

» Les phénomènes sont les mêmes, en sens inverse, pour la dépression.

---

(1) Voir *Journal de Physique*, 1880.

» C'est une question de miroirs courbes à foyers divers, et c'est la concentration de rayons à des distances bien choisies qui produit des images nettes. C'est, au fond, le principe de Foucault pour l'exploration des surfaces optiques, mais avec moins de précision, car on opère par projection.

» Les deux surfaces du miroir sont argentées; on peut très facilement séparer le miroir de sa monture et le retourner, afin de montrer directement en projection le dessin gravé.

» On peut aussi faire des lentilles magiques à liquide en gravant l'une des glaces et en employant l'acide phénique comme liquide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases pyridiques.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une première Note que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ai décrit et étudié trois bases pyridiques provenant de la distillation de la cinchonine avec la potasse, savoir : une lutidine bouillant à 165°, une collidine bouillant à 195° et une parvoline passant à la distillation de 215-225°, et qui, d'après mes dernières expériences, bout à 217°. J'ai entrepris l'étude de ces bases et particulièrement de leurs produits d'oxydation, qui promettent de jeter quelque jour sur leur constitution. J'ai isolé aussi les produits les plus volatils qui prennent naissance par l'action de la potasse sur la cinchonine. Je vais énoncer sommairement dans cette Note les principaux résultats que j'ai obtenus.

» 3^{kg} environ de quinoléine brute ont été soumis à la distillation fractionnée.

» I. La quinoléine brute commence à bouillir vers 90°; dès que l'on chauffe, il se dégage de l'ammoniaque. Trois fractions ont été isolées et successivement examinées.

» La première fraction passait de 80° à 110°; elle était aqueuse et contenait en solution une petite quantité de méthylamine. Il est probable qu'une notable partie s'en est perdue pendant la distillation de la cinchonine. La potasse agit donc sur cet alcaloïde comme sur la caféine et la codéine.

» La deuxième fraction, passant de 110° à 130°, était peu abondante et renfermait une petite quantité d'une base douée d'une odeur pyridique, insoluble dans l'eau. J'ai préparé le chlorhydrate de cette base; ce sel s'est présenté sous la forme de petits cristaux lamelleux très déliquescents. Le chloroplatinate cristallisait en fines paillettes jaunes. L'analyse de ce sel a

montré que la base contenue dans cette fraction possédait la composition de la lutidine, qui a été sans doute entraînée à la distillation.

» La troisième fraction passait de 130° à 160°. Desséchée sur la potasse caustique, elle a été rectifiée à part. Quelques gouttes passaient de 130° à 150°. Le thermomètre s'est élevé très lentement de 150° à 160°. J'ai obtenu ainsi 3gr d'une base présentant tous les caractères de la lutidine d'Anderson; le chlorhydrate et le chloroplatinate de cette base ont été également préparés. L'analyse de ces sels a donné des nombres conduisant exactement à la formule de la lutidine.

» On voit donc qu'il se forme deux lutidines dans la distillation potassique de la cinchonine. Il est certain qu'on pourra séparer ces deux bases par la distillation fractionnée, à condition d'employer une quantité de quinoléine brute assez grande. On sait que les lutidines contenues dans l'huile de Dippel ne peuvent être séparées par ce moyen.

» II. J'ai soumis à une oxydation ménagée la lutidine bouillant à 165° que j'ai étudiée dans mon premier Mémoire, dans l'espoir d'obtenir un acide dicarboné et de déterminer la nature de cet acide. Dans le but de modérer la réaction, j'ai employé une solution *froide* de permanganate de potassium. A cet effet, 33gr de lutidine ont été ajoutés à une solution de 146gr de permanganate de potassium dans 6lit d'eau. Au bout de trois mois, la décoloration était complète. J'ai obtenu 40gr d'un sel de potassium entièrement soluble dans l'alcool. Ce sel a été dissous dans l'eau, puis traité par un excès d'acétate de cuivre en solution concentrée.

» Le sel de cuivre qui se précipite, décomposé par l'hydrogène sulfuré, fournit un acide solide, cristallisable, très soluble dans l'eau chaude et l'alcool tiède, fondant à 230°-231° et commençant à se sublimer à 150°.

» L'analyse ([1]) de cet acide a conduit à la formule $C^6H^5AzO^2$, qui est celle de l'acide nicotinique que M. Laiblin a obtenu par l'oxydation de la nicotine et avec lequel notre acide paraît identique. L'acide nicotinique, en effet, fond à 229°-230°, d'après M. Weidel. Les analyses des sels de potassium et d'argent confirment cette formule. Le sel de cuivre d'où l'on a retiré l'acide est représenté par la formule $C^6H^4AzO^2, CuOH$ ([2]), qui en

---

		Expérience.	Théorie.
([1])	Carbone	58,43	58,54
	Hydrogène	4,11	4,06
	Azote	11,52	11,40
([2])	Cuivre	31,45	31,36

fait un sel basique. Ce sel est amorphe. Le sel d'argent [1] est

$$C^6H^4AgAzO^2.$$

» L'oxydation ménagée et complète de la lutidine $C^5H^3 \begin{matrix} / Az \\ - CH^3 \\ \backslash CH^2 \end{matrix}$ aurait dû donner un acide dicarboné $C^5H^3 \begin{matrix} / Az \\ - CO^2H \\ \backslash CO^2H. \end{matrix}$

» Il résulte de mes expériences que l'oxydation va plus loin et fournit l'acide monocarboné $C^5H^4 \begin{matrix} / Az \\ \backslash CO^2H. \end{matrix}$

» Ce résultat admet deux interprétations : ou bien la lutidine bouillant à 165° renferme deux groupes méthyliques dans la position ortho

$$C^5H^3 \begin{matrix} / Az \\ - CH^3_{I} \\ \backslash CH^3_{II}, \end{matrix}$$

cas dans lequel l'un de ces groupes se détruit facilement par oxydation, comme on sait; ou bien cette lutidine constitue l'éthylpyridine

$$C^6H^4 \begin{matrix} / Az \\ \backslash C^2H^5, \end{matrix}$$

cas dans lequel le groupe éthylique n'a dû donner par oxydation qu'un seul carboxyle.

» Au moment où je rédigeais cette Note, j'appris que M. Wichnegradsky s'est arrêté à cette dernière conclusion, après avoir obtenu des résultats semblables à ceux que j'ai fait connaître. On sait aussi que M. Weidel, en oxydant le mélange de bases bouillant entre 150° et 170° et provenant de l'huile animale de Dippel, a obtenu, indépendamment de deux acides isomériques $C^5H^3 \begin{matrix} / Az \\ - CO^2H, \\ \backslash CO^2H, \end{matrix}$ une petite quantité d'acides nicotinique et isonicotinique. Il est donc possible que le mélange de bases dont il s'agit renferme une petite quantité de la lutidine bouillant à 165° que j'ai décrite.

» III. A côté des bases pyridiques il se forme, par la distillation de la cinchonine avec la potasse, une très petite quantité de produits neutres. On les a isolés en épuisant par l'éther la solution chlorhydrique très

---

(1) Argent............ 46,70 46,95

acide des bases pyridiques. Desséchés, puis distillés, ces produits ont fourni les fractions suivantes : 115°-130°, 130°-140°, 140°-150°, 150°-165°. Les trois dernières fractions ne contenaient que quelques gouttes de liquide et n'ont pu être examinées. Elles étaient neutres, insolubles dans l'eau et possédaient une odeur éthérée assez forte.

» La première fraction contenait un liquide très mobile, d'une odeur de fruit douce et agréable, bouillant vers 124°-125°. Ce liquide présentait les principales propriétés des éthers de la série grasse.

» L'analyse a montré que l'on avait affaire à un éther en $C^7H^{14}O^2$. Le liquide a été saponifié; on a pu constater dans cette expérience la formation de l'acide acétique.

» Le liquide en question était donc de l'acétate d'amyle ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'histolyse des muscles de la larve, durant le développement postembryonnaire des Diptères.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« On sait depuis longtemps que tous les muscles de la larve de la Mouche disparaissent au moment où l'insecte passe à l'état de nymphe; mais aucun observateur ne me semble avoir étudié les phénomènes qui accompagnent cette disparition, connue sous le nom d'*histolyse*. Dans les recherches que j'ai entreprises à ce sujet au laboratoire de M. le professeur Milne Edwards, j'ai observé plus de quatre cents coupes ([2]) pratiquées à travers des larves et des pupes entières de *Musca vomitoria*, fixées au préalable par l'acide picrique, durcies par l'alcool et colorées au carmin. Pour se rendre un compte exact des phénomènes qui caractérisent l'histolyse du muscle, il convient tout d'abord de déterminer exactement la structure du faisceau primitif chez la larve. Avant que cette dernière soit devenue immobile, le faisceau primitif observé sur une coupe transversale présente un sarcolemme renfermant la masse contractile, laquelle offre le dessin caractéristique des champs de Cohnheim, et, de plus, des noyaux; ceux-ci sont, les uns situés sous le sarcolemme, les autres au sein même de la masse contractile; il est difficile de distinguer chez eux un double contour; ils sont lenticulaires, assez fortement colorés en rouge par le carmin et présentent

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

([2]) Toutes ces coupes sont conservées.

dans leur intérieur quelques granulations plus foncées. Dès le premier jour de la vie nymphale, les faisceaux primitifs ainsi constitués commencent à disparaître, et cela selon deux modes différents qu'on peut tous deux observer dans un même animal. L'un de ces modes est caractérisé par la suractivité et la prolifération des noyaux musculaires, l'autre, au contraire, par leur dégénérescence et leur mort.

» *a. Disparition du muscle accompagnée de prolifération des noyaux.* — Dans les faisceaux qui se détruisent suivant ce mode, le sarcolemme a disparu avant même que l'enveloppe de la pupe ait pris son aspect brun caractéristique; la substance contractile est devenue homogène; les noyaux, aussi bien ceux qui étaient situés sous le sarcolemme que ceux qui étaient plongés au sein de la masse contractile, sont devenus sphériques et ont acquis la propriété de se colorer par le carmin en un rouge pourpre très foncé qui les caractérise. Un tel noyau a bientôt acquis la valeur d'une cellule complète; il s'est entouré d'une couche de protoplasma, revêtu lui-même d'une membrane d'enveloppe. Dans ce protoplasma se montrent quatre ou cinq granules sphériques colorés en rose clair; ces granules grandissent et ont bientôt acquis la taille du noyau; il en résulte une masse en forme de mûre, composée de cinq à six grains, logés dans une enveloppe commune. L'un de ces grains, le noyau musculaire proprement dit, est coloré en rouge pourpre, tandis que les autres le sont en rose clair. La membrane disparaît bientôt, le noyau pourpre et les noyaux roses se séparent.

» Cette prolifération du noyau musculaire se fait sur place, et la substance contractile se résorbe autour de lui pour loger ces nouvelles formations. Ces noyaux, colorés en rose clair, et dont nous venons de voir le mode de formation, se multiplient à leur tour par un mode analogue à celui qui leur avait donné naissance. A mesure que les cellules embryonnaires ainsi produites augmentent en nombre, la substance contractile est résorbée. Sur une coupe, le faisceau primitif se montre alors constitué de la manière suivante : la substance contractile, devenue tout à fait homogène, présente un bord sinueux profondément découpé; ces découpures sont occupées par les cellules embryonnaires dues à la prolifération des noyaux musculaires : elles sont d'autant plus profondes que cette accumulation de cellules embryonnaires est plus considérable. La partie centrale de la masse contractile se montre percée de trous à contours irréguliers, remplis de cellules embryonnaires dues à la prolifération des noyaux intra-musculaires.

» A un stade plus avancé, la place qu'occupait le faisceau musculaire n'est plus indiquée que par un amas de cellules embryonnaires en voie incessante de prolifération.

» *b. Disparition du muscle accompagnée de la dégénérescence et de la mort de ses noyaux.* — Après que le sarcolemme a disparu, les noyaux musculaires se montrent avec une enveloppe bien nette, offrant un double contour; ils gardent toujours leur forme lenticulaire; leur centre est occupé par une petite sphère formée de granulations fines, qui sont alors les seules parties colorées du noyau. Les granulations qui constituent cette sphère deviennent de plus en plus rares; elles semblent s'écarter l'une de l'autre, puis enfin elles disparaissent; le noyau n'est plus alors représenté que par son enveloppe, qui se montre comme une coque vide. Tandis que le noyau subit ces transformations, la substance contractile disparaît peu à peu, en se fondant pour ainsi dire, et cela d'une façon si régulière, que la forme générale du faisceau n'en est point altérée. Le produit de cette sorte de dissolution semble être une substance incolore, très finement granuleuse, enveloppant la portion de la masse contractile qui n'a point encore disparu. Dans cette masse granuleuse on trouve les noyaux musculaires à leur place et à tous les degrés de la dégénérescence dont je viens d'indiquer le mode.

» Ainsi les muscles de la larve sont détruits au moment où celle-ci passe à l'état de nymphe, et cela selon deux modes tout différents. Dans le premier cas, les noyaux musculaires, entrant en activité, prolifèrent et donnent naissance à tout un essaim de cellules embryonnaires; celles-ci croissent et se multiplient aux dépens de la masse contractile, qui semble disparaître devant leur envahissement. Dans le second cas, les noyaux musculaires semblent dégénérer et mourir, tandis que la substance contractile disparaît peu à peu comme par une dissolution régulière. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle larve de Cestoïde, appartenant au type du Cysticerque de l'Arion.* Note de M. **A. Villot**.

« Le Gloméris bordé, qui m'a déjà fourni l'*Urocystis prolifer* et deux espèces de *Staphylocystis*, vient encore de me donner une nouvelle larve de Cestoïde. Cette quatrième espèce, que je désignerai sous le nom de *Cysticercus glomeridis*, vit aussi dans la cavité viscérale de son hôte, mais elle n'est pas prolifère.

» Le Cysticerque du Gloméris est un petit corps sphérique, ayant envi-

ron o^{m},001 de diamètre, dans lequel on reconnaît déjà, à l'œil nu, deux parties bien différentes : une zone périphérique, blanchâtre, transparente, et une portion centrale, opaque, colorée en brun jaunâtre. Mais l'emploi du microscope et des réactifs montre qu'il s'agit, en réalité, d'un organisme plus complexe. On voit alors très nettement que la zone transparente n'est autre chose qu'un kyste et que le noyau obscur représente la tête, le corps et la vésicule caudale d'un Cysticerque. La tête du Ver est armée d'une trompe, de quatre ventouses, d'un bulbe et d'une couronne de vingt crochets, disposés sur deux rangs. La trompe est invaginée dans la tête, la tête dans le corps et le corps dans la vésicule caudale. Celle-ci est revêtue, comme à l'ordinaire, d'une cuticule, assez épaisse, transparente, et formée de fibres élastiques, longitudinales et transversales. Quant au kyste, il est constitué par une membrane fort mince, circonscrivant une grande cavité, remplie de liquide. Cette membrane ne ressemble nullement, par sa structure, à la cuticule de la vésicule caudale. Elle n'est point composée de fibrilles, mais bien de fines granulations, formant de petits groupes, séparés les uns des autres par une bordure hyaline. Cette disposition aréolaire est mise en évidence par le carmin. La vésicule caudale et le kyste représentent, selon moi, l'hexacanthe. Au moment de la formation du scolex, une partie de l'embryon doit s'invaginer dans l'autre pour constituer la vésicule caudale. J'avoue cependant que je ne suis pas parvenu à trouver le pédicule d'invagination sur les larves entièrement développées. J'ai seulement observé, *à la partie postérieure de la vésicule*, une sorte d'ombilic bien marqué. Il est probable que le pédicule d'invagination se rompt de bonne heure, par suite de sa friabilité et de la consistance toujours croissante de la vésicule, peut-être aussi par les contractions de cette dernière; de sorte que le scolex, enveloppé de sa vésicule caudale, finit par être libre dans le kyste, qui se ferme, se distend de plus en plus et devient hydropique. Considéré au point de vue de son origine, le kyste du Cysticerque du Gloméris me paraît correspondre à la partie de l'hexacanthe qui se détache chez les Cysticerques proprement dits, au blastogène des Staphylocystes et à la queue du Cysticerque du Ténébrion.

» Le Cysticerque du Gloméris appartient, sans aucun doute, au même type que le Cysticerque de l'Arion; l'étude que j'ai pu faire de cette dernière espèce, grâce à l'extrême obligeance de M. le Dr R. Moniez, me permet d'éclaircir certains points de son organisation, qui est encore très controversée. Le kyste du Cysticerque de l'Arion (*Cyste* des auteurs allemands) a la même structure et la même signification que celui du Cysticerque du

Gloméris. La vésicule caudale du Cysticerque de l'Arion est représentée par la partie désignée par Siebold sous le nom d'*Hinterleib*. Le corps correspond au *Vorderleib* du même observateur. Ici aussi, le corps et la vésicule caudale sont invaginés l'un dans l'autre, et si étroitement accolés, que Meissner les a confondus sous le nom de *Leib*. La situation des crochets embryonnaires, que l'on trouve indifféremment dans le kyste ou sur l'*Hinterleib*, est un fait difficile à expliquer si l'on attribue l'*Hinterleib* au scolex. Elle s'explique tout naturellement dans notre manière de voir. La figure la plus exacte que l'on puisse citer du *Cysticercus Arionis* a été donnée par Siebold (*Zeitsch. für Wissensch. : Zool.*, 1850, taf. XIV, *fig.* 3).

» Le Cysticerque du Gloméris et le Cysticerque de l'Arion forment deux espèces parfaitement caractérisées et qu'il sera toujours facile de distinguer Les différences se trouvent dans l'armature céphalique. Le bulbe du Cysticerque de l'Arion est plus mince, plus allongé. Les crochets du Cysticerque du Gloméris sont plus grands, plus massifs. Ceux du premier rang ont une longueur totale de $0^{mm},060$. Leur largeur, au talon, atteint $0^{mm},014$. La longueur de leur dent mesure $0^{mm},020$. La longueur totale des crochets du second rang ne dépasse pas $0^{mm},050$. La forme des crochets, qu'il est impossible d'exprimer par une description, est complètement différente chez les deux espèces.

» On sait que le Cysticerque de l'Arion est la larve du *Tænia Arionis*, qui vit dans l'intestin du *Totanus hypoleucus*. On pourrait donc croire que le Cysticerque du Gloméris passe aussi à l'état de strobile et de proglottis, dans l'intestin de quelque Oiseau appartenant à l'ordre des Échassiers; mais cela me paraît douteux. La Bécasse (*Scolopax rusticola*) est le seul Échassier qui fréquente les bois habités par le Gloméris bordé, et cet Oiseau délicat se nourrit plus volontiers de Vers que de Myriapodes. Une comparaison attentive des crochets de notre larve avec ceux des Tænias observés jusqu'ici dans la Bécasse pourra seule trancher cette question. La découverte du Cysticerque du Gloméris prouve, dans tous les cas, que le type du Cysticerque de l'Arion n'est pas propre aux Mollusques, contrairement aux suppositions du Dr Krabbe, le savant helminthologiste de Copenhague. »

HISTOLOGIE. — *Sur une forme nouvelle d'organe segmentaire chez les Trématodes.* Note de M. **E. Macé**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les auteurs qui ont observé les organes ciliés en connexion avec l'appareil vasculo-excréteur des Trématodes (Thiry, Bütschli, J. Fraipont) les

ont décrits, chez les espèces qu'ils ont étudiées, comme de petits entonnoirs ciliés, souvent unicellulaires, portant chacun, sur une plaque différenciée, un fouet vibratile.

» En étudiant un petit Distome de l'intestin de *Vespertilio murinus*, nous avons constaté l'existence d'une conformation bien distincte.

» L'organe cilié est unique; c'est une cupule assez grosse, située sur la ligne médiane, vers le tiers postérieur du corps, immédiatement sous le vitelloducte transversal. Son diamètre est presque la moitié de celui de la ventouse ventrale, située un peu au-dessus de lui. Son orifice, tourné du côté ventral du corps, est revêtu d'une rangée de longs cils vibratiles, qui, lorsqu'ils sont en mouvement, lui donnent l'aspect d'une des roues ciliées de certains Rotifères. De cet entonnoir cilié partent quatre vaisseaux. Les deux supérieurs se dirigent en haut et échappent au bout de peu de temps à l'observation. Les deux inférieurs ont une direction transversale; après un court trajet, ils s'ouvrent chacun dans la branche correspondante de la grande cavité terminale de cet appareil.

» Ce Distome a de grandes analogies avec *Distoma ascidia* de Van Beneden. Il en diffère cependant par la place qu'occupent les vitellogènes. Au lieu de se trouver dans la partie antérieure du corps, en avant de la seconde ventouse, ils en occupent la partie postérieure. Ce sont deux glandes rameuses, en forme d'H, situées en desous de l'ovaire, contre l'extrémité supérieure des deux grosses branches de la vésicule excrétrice; le vitelloducte transversal passe immédiatement au-dessus de l'organe cilié en question et présente à sa partie médiane un renflement piriforme. L'intestin est formé de deux larges cæcums qui arrivent à peine à la hauteur de la seconde ventouse. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la circulation et la respiration des Ophiures.* Note de M. N. **Apostolidès**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les nombreux auteurs qui se sont occupés de l'anatomie des Ophiures ont, le plus souvent, fait leurs recherches sur des animaux ayant séjourné dans des liquides conservateurs. Les coupes et les différents procédés de la Technique histologique moderne ont été surtout mis en usage dans l'étude de la distribution des vaisseaux.

» Ayant eu à ma disposition de nombreux animaux vivants, dans les laboratoires de Roscoff, de la Sorbonne et de Port-Vendres, où M. le prof. de Lacaze-Duthiers m'a prodigué tous les moyens nécessaires à mon travail,

j'ai pu appliquer à ces animaux des procédés particuliers d'injections fines : ces procédés m'ont fourni quelques résultats nouveaux, que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie. Mes recherches ont porté sur les espèces suivantes : *Ophiura texturata* (Lamarck), *Ophiura albida* (Forbes), *Ophiocoma granulata* (id.), *Ophiocoma filiformis* (id.), *Ophiocoma neglecta* (id.), *Ophiocoma rosula* (Johnston).

» 1. Après une injection bien réussie du système aquifère, en disséquant l'espace interbrachial de la plaque madréporique, on tombe sur un canal dilaté, blanchâtre, rendu rigide par des plaques calcaires ; en déchirant ce canal on voit, vers le milieu, une masse brunâtre, renflée, qui est le prétendu cœur des auteurs, sur le côté de laquelle est un filet contenant la matière à injection. Ce filet est le vrai canal du sable. Cette expérience, répétée nombre de fois sur des espèces différentes, permet de constater que le canal du sable s'injecte en même temps que le système aquifère et que le prétendu cœur est indépendant de ce système; de plus, les particules de matière à injection trouvées à l'extérieur de la plaque madréporique prouvent que le canal du sable, s'étendant de l'anneau aquifère à la plaque madréporique, fait communiquer le système aquifère directement avec l'extérieur.

» 2. *Le cœur est le centre de la circulation proprement dit...., c'est un plexus de vaisseaux anastomosés qui relie les deux cercles oral et aboral.* » C'est ainsi que M. H. Ludwig définit la structure et le rôle du cœur ; quant aux deux cercles, à la découverte desquels il est arrivé par la coloration avec l'hématoxyline, il avoue ne connaître « ni leur contenu ni leur structure ».

» L'organe appelé *cœur* présente une structure et surtout des rapports bien différents. Par une dissection attentive, il est facile de voir qu'il a une forme allongée et se prolonge en un canal rectiligne allant à la plaque madréporique ; une injection, poussée dans la masse brune qui le représente, remplit immédiatement ce prolongement et apparaît sur la face extérieure de la plaque madréporique. Sa structure, étudiée dans un cœur arraché sur un animal vivant, montre que c'est une glande, avec un canal excréteur propre s'ouvrant au dehors, et non un organe de la circulation. De chaque côté de cette glande, méconnue jusqu'ici, on voit deux petites bandelettes fibreuses, qui se dirigent latéralement vers la base des bras ; elles se colorent vivement par l'hématoxyline, comme des bandelettes analogues qui soutiennent les vésicules de Poli, mais jamais le liquide injecté dans le cœur n'a pris leur direction.

» 3. Une injection poussée entre le tégument et le tube digestif, c'est-à-dire dans la cavité générale, ne se montre jamais à l'extérieur et ne pénètre

jamais dans le système aquifère. La cavité générale est donc entièrement close; elle est formée d'une portion élargie entourant le tube digestif (*espace péristomacal*), qui se rétrécit à sa partie supérieure pour loger l'anneau ambulacraire et envoie un prolongement aplati à la face dorsale du bras (*espace dorsal, nobis*). En dedans de l'anneau aquifère, se trouve la bandelette nerveuse formant un anneau complet autour de l'œsophage. Pour trouver cette dernière, il faut déchirer une membrane qui l'enveloppe et la sépare de la cavité générale; alors on voit l'injection qui remplit l'espace situé au-dessous d'elle et qui entoure le système nerveux (*espace périnerveux, nobis*). Si maintenant on fait une coupe d'un bras, on trouve, à la partie inférieure, une gouttière creusée dans l'ossicule discoïde et qui contient le canal ambulacraire et le nerf brachial. Ce dernier, aplati et recourbé en forme de croissant, touche par ses bords effilés le canal et limite ainsi un espace arrondi, indépendant de la cavité qui l'entoure (*espace radial*). Quels sont les rapports de l'espace périnerveux et de l'espace radial avec la cavité générale ? Autour de chaque canal ambulacraire se rendant à un bras, se trouve un espace creusé dans les pièces calcaires et dépendant de la cavité générale; de même, autour de chaque nerf émanant de l'anneau, se trouve un espace communiquant avec l'enveloppe de la bandelette. Or ces deux espaces marchent à la rencontre l'un de l'autre, en même temps que les parties qu'ils contiennent, et se réunissent à la hauteur de la gouttière, mettant ainsi en large communication l'espace périnerveux avec la cavité générale. Les deux espaces se fusionnent en un seul, qui occupe toute la cavité de la gouttière enveloppant le vaisseau et le nerf (*espace périphérique*) et occupant l'intervalle circulaire de ces deux organes (*espace radial, nobis*). La cavité générale communique enfin avec l'enveloppe incrustée, que nous avons signalée comme entourant le canal du sable et le cœur, et qui fut considérée longtemps comme le canal du sable lui-même (*canal pierreux* des auteurs).

» Ces observations nous montrent qu'il n'existe pas un système de canaux propres, mais des espaces en connexion étroite avec la cavité générale.

» En observant un animal vivant, du côté dorsal, on voit son corps se gonfler et s'affaisser alternativement; si on le renverse dans un liquide tenant en suspension des particules colorées, on reconnaît un double courant autour des fentes génitales. En injectant par une de ces fentes un liquide coagulable, on acquiert la certitude que l'orifice donne accès dans un grand sac exactement clos, dilaté dans sa région ventrale, rétréci vers le dos, plon-

geant dans la cavité générale et portant sur sa face extérieure les utricules génitales. Ces sacs, vus pour la première fois par Ludwig, qui soupçonna leur rôle, furent cependant considérés par lui comme des annexes des organes génitaux et reçurent le nom de *bourses*. L'expérience, et surtout les rapports étroits des sacs avec le liquide nourricier de la cavité générale, doivent les faire considérer comme de véritables *sacs respiratoires* permettant les échanges gazeux avec le fluide nourricier.

» D'après ces faits, nous considérons le système circulatoire comme formé par la cavité générale et les espaces qui s'y rattachent, et nous pensons que les sacs respiratoires, par leur affaissement et leur dilatation alternatifs, appellent le sang dans la cavité péristomacale, pour le repousser ensuite à la périphérie. Cette disposition si simple explique comment le liquide sanguin, baignant tous les organes, respire et est mis en mouvement.

» Nous compléterons, dans de prochaines Communications, l'histoire des Ophiures. »

HISTOLOGIE. — *Sur un procédé de coloration des Infusoires et des éléments anatomiques, pendant la vie.* Note de M. A. Certes, présentée par M. Vulpian.

« On sait depuis longtemps que les Infusoires et les Rhizopodes peuvent ingérer les particules colorées en suspension dans l'eau où ils vivent. M. Ranvier a même fait absorber des granules colorés par les *cellules lymphatiques* de la Grenouille, que l'on suit alors plus facilement dans leur migration à travers les parois des vaisseaux capillaires ([1]). Parmi les Infusoires ciliés, les *Opalines*, les *Haptophrya* et autres Infusoires parasites privés de toute ouverture buccale sont les seuls à qui l'on ne puisse faire avaler des particules de carmin ou d'indigo. Dans toutes ces expériences, on n'emploie que des corps inertes. Il y a ingestion; il n'y a ni digestion, ni assimilation.

» Les solutions colorées dans lesquelles il y a, sinon combinaison chimique, du moins fusion intime entre la matière colorante et le liquide, en d'autres termes les teintures, sont ou ne sont pas toxiques pour les Infusoires et les éléments anatomiques; mais, dans tous les cas, les cellules ne se colorent jamais qu'après la mort ([2]).

([1]) L. Ranvier, *Traité technique d'Histologie*, p. 165 et 611.

([2]) L. Ranvier, *loc. cit.*, p. 172 et 237.

» Des expériences poursuivies depuis près d'un an m'ont permis de constater qu'il y avait tout au moins une exception à cette règle générale.

» Placés dans une solution *faible* de *bleu de quinoléine* ou *cyanine* ([1]), les Infusoires que j'ai eus à ma disposition, se colorent en bleu pâle ([2]) et peuvent continuer à vivre vingt-quatre et même trente-six heures. A forte dose, la solution est immédiatement toxique.

» Il était intéressant de rechercher si les éléments anatomiques, et notamment les cellules lymphatiques, se comportaient comme les Infusoires vis-à-vis de la *cyanine*. Les résultats de cette expérience, assez difficile à réaliser ([3]), ont été concluants. Après vingt-quatre heures de séjour dans une chambre humide, les globules blancs du sang de la Grenouille, teintés par la *cyanine*, présentent des mouvements amiboïdes qui ont pu être suivis et dessinés à la chambre claire de quart d'heure en quart d'heure. Bien entendu on ne peut, dans cette expérience, faire usage d'une solution aqueuse. J'ai eu recours au sérum qui, mieux que l'eau, dissout la cyanine.

» Dans les Infusoires ([4]) qui, à raison de leur taille et de leur structure, se prêtent mieux à l'observation que les globules lymphatiques de la Grenouille, on reconnaît que la coloration se concentre sur les granulations graisseuses du protoplasma. Elle est très faible, pour ne pas dire nulle, dans les cils vibratiles, la cuticule et les vacuoles contractiles. Le noyau et le nucléole y échappent complètement. Il devient dès lors facile de suivre sur l'animal vivant, en voie de scissiparité, les phénomènes de la division du noyau, tels que M. Balbiani les a décrits il y a près de vingt ans ([5]).

([1]) Le bleu de quinoléine se dissout imparfaitement dans l'eau, mais très suffisamment cependant pour faire ces expériences.

([2]) Cette coloration, très visible à la lumière du jour, s'observe difficilement à la lumière artificielle lorsqu'il s'agit d'objets très petits et très minces.

([3]) L'observation d'éléments aussi petits est fort délicate. Pour reconnaître la coloration, Ifaut se servir de faibles grossissements, tandis que les mouvements amiboïdes ne peuvent être bien suivis qu'avec de forts grossissements.

([4]) Ces observations ont été faites principalement sur les *Paramécies Aurélia* et les *Opalines*. Ces derniers Infusoires, on le sait, sont dépourvus d'ouverture buccale et par suite n'absorbent jamais de particules colorées, ce qui rend encore plus probant la coloration par la cyanine.

([5]) *Journal de Physiologie*, t. III, p. 61-87.

Pour observer les phénomènes de la division du noyau et du nucléole, il faut légèrement

» Le *bleu de quinoléine* est, par excellence, le réactif de la matière grasse. Les réactions diverses qu'il produit dans la *même cellule* sont donc une nouvelle preuve à l'appui de la diversité de composition chimique du protoplasma cellulaire et du protoplasma nucléaire que M. Balbiani avait signalée il y a déjà longtemps, en étudiant l'action du carmin sur le noyau des Infusoires([1]).

» En résumé, d'après les observations qui précèdent, l'introduction de ce réactif dans la technique des Infusoires constitue un précieux moyen d'étude des phénomènes intimes de la vie cellulaire. Il décèle dans le protoplasma extra-nucléaire la présence de matières grasses qui font absolument défaut dans les noyaux et dans les nucléoles. Enfin la Science se trouve débarrassée de cette opinion erronée que la cellule *vivante* est impénétrable aux réactifs colorants.

» Si ces conclusions sont suffisamment justifiées par les faits, comme je l'espère, la Physiologie paraît appelée, comme l'Histologie, à faire son profit des procédés de coloration des tissus vivants ([2]). »

CHIMIE. — *Sur la permanence de l'acide cyanhydrique, pendant un mois, dans le corps d'animaux intoxiqués avec cette substance pure.* Note de M. **Ch. Brame**.

« Le 15 janvier de la présente année, un lapin et un chat furent intoxiqués chacun avec environ 1^{gr} d'acide cyanhydrique pur, qui venait d'être préparé, et cela en portant le liquide sur la langue. Ces animaux, après quelques convulsions violentes, ne tardèrent pas à succomber. On pratiqua une incision à l'abdomen du lapin, on laissa le chat intact, et on les enterra tous deux dans de la terre recouverte de neige, au pied d'un arbre.

» Un mois après l'expérience, on les déterra. Ils étaient parfaitement conservés et n'exhalaient aucune odeur. On détacha l'estomac de chacun d'eux, on le coupa en morceaux, puis, après les avoir additionnés de leur poids d'eau distillée, on les soumit à la distillation. Le bol alimentaire du lapin, parfaitement conservé, fut soumis à part à la distillation.

---

comprimer les Infusoires. Je n'ai pas encore eu occasion de répéter ces observations sur les Infusoires en voie de conjugaison.

([1]) *Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires;* note, p. 27; 1861.

([2]) Sur les indications obligeantes de M. le Dr Henneguy, je suis arrivé à des résultats analogues avec le *brun d'aniline* dit *brun Bismarck*.

« 1° *Lapin*. — (*a*). L'estomac du lapin donne d'abord environ 15^{gr} d'un liquide clair incolore, qui précipite d'une manière très marquée le nitrate argentique.

» Ce précipité est du cyanure argentique, puisque lavé, puis chauffé dans un petit tube à essai, additionné d'un petit fragment de cristal d'iode et surmonté d'un tampon d'amiante, avec un peu de carbonate iodique, il donne, étant chauffé, de longs et minces cristaux d'iodure de cyanogène.

» Additionnée de sulfate ferroso-ferrique, puis de soude caustique et d'acide chlorhydrique, cette même liqueur ne tarde pas à donner du bleu de Prusse. Elle contenait donc de l'acide cyanhydrique.

(*b*). La liqueur, retirée par distillation du bol alimentaire étendu d'eau, ne donne qu'un léger précipité avec le nitrate argentique et ne fournit pas sensiblement de bleu de Prusse avec le sulfate ferroso-ferrique.

» 2° *Chat*. — On introduit l'estomac du chat dans un appareil distillatoire, fonctionnant au bain-marie, et l'on recueille environ 10^{gr} de produit distillé. Ce produit ne donne qu'un trouble léger avec le nitrate argentique et ne fournit qu'une trace peu sensible de bleu de Prusse.

» On emploie alors le feu nu, et l'on recueille de nouveau 10^{gr} de produit distillé; celui-ci précipite très sensiblement par le nitrate argentique et donne une quantité assez notable de bleu de Prusse. 5^{gr} de liqueur, de nouveau distillés, donnent le même résultat; mais ensuite la liqueur distillée ne contient plus que des traces d'acide prussique. »

» Il résulte de ces expériences :

» 1° Que l'acide prussique pur conserve parfaitement, pendant un mois, les animaux auxquels il a été administré en quantité suffisante;

» 2° Qu'il se maintient dans les tissus et notamment dans ceux de l'estomac, pendant le même temps;

» 3° Qu'il paraît s'unir intimement aux tissus des animaux. Chez les Carnivores, il est difficile de l'extraire par distillation; au contraire, il est facile de le retirer, par la même voie, des tissus d'un animal herbivore. »

M. L. Saltel adresse une Note « sur un caractère de décomposition des équations différentielles et sur la courbe catalane d'une surface ».

M. Delaurier adresse une Note concernant l'emploi de la lumière électrique, pour l'observation par transparence des corps organisés.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 février 1881.

Ministère de la Marine et des Colonies. Aide-Mémoire d'Artillerie navale; 2e livr., 1880. Paris, G. Chamerot, 1880; texte in-8° et Atlas in-folio.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'Artillerie de la Marine; t. VIII, 2e livr. Paris, G. Chamerot, 1880; texte in-8° et Atlas in-folio.

Alfred Picard. *Alimentation du canal de la Marne au Rhin et du canal de l'Est.* Paris, J. Rothschild, 1880; un vol. in-8° avec Atlas in-folio. (Présenté par M. Lalanne.)

Des dyspepsies gastro-intestinales. Clinique physiologique; par le Prof. G. Sée. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Etudes cliniques sur l'hystéro-épilepsie ou grande hystérie; par le Dr P. Richer. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-8°. [Présenté par M. Vulpian pour le Concours Montyon (Médecine et Chirurgie) de 1881.]

Voyages et métamorphoses d'une gouttelette d'eau; par M. van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1880; br. in-8°.

Musci Galliæ. Herbier des mousses de France, publié par T. Husnot; fasc. XIII, nos 601-650. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot, 1881; in-4°.

Hepaticæ Galliæ. Herbier des hépatiques de France, publié par T. Husnot; fasc. V, nos 101-125. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot, 1881; in-8°.

La riqueza de la Agricultura. Aguas subterraneas; por D. Rafael Roig y Torres. Barcelona, administ. de la *Cronica cientifica,* 1881; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

La stregghia degli imenotteri. Memoria di G. Canestrini e A. Berlese. Padova, P. Prosperini, 1880; br. in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXVIII, 1880-81, serie terza, Transunti, vol. V, fasc. 2° e 4°. Roma, Salviucci, 1881; 2 livr. in-4°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the royal Observatory Greenwich in the year 1878. London, George Eyre and W. Spottiswoode, 1880; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 14 février 1881).

Page 337, ligne 5, *au lieu de* ils l'annuleraient, *lisez* ils s'annuleraient.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *De l'atténuation des virus et de leur retour à la virulence*; par M. L. PASTEUR, avec la collaboration de MM. CHAMBERLAND et ROUX.

« Dans des publications récentes, j'ai fait connaître le premier exemple d'atténuation d'un virus par les seules ressources de l'expérimentation. Formé d'un microbe spécial d'une extrême petitesse, ce virus peut être multiplié par des cultures artificielles en dehors du corps des animaux. Ces cultures, abandonnées sans contamination possible de leur contenu, éprouvent, avec le temps, des modifications plus ou moins profondes dans leur virulence. L'oxygène de l'air s'est offert à nous comme le principal auteur de ces atténuations, c'est-à-dire de ces amoindrissements dans la facilité de multiplication du microbe; car il est sensible que la virulence se confond dans ses activités diverses avec les diverses facultés de développement du parasite dans l'économie.

» Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt de ces résultats et de leurs déductions. Chercher à amoindrir la virulence par des moyens rationnels, c'est fonder sur l'expérimentation l'espoir de préparer avec des virus actifs,

de facile culture dans le corps de l'homme ou des animaux, des virus-vaccins de développement restreint, capables de prévenir les effets mortels des premiers. Aussi avons-nous appliqué tous nos efforts à la recherche de la généralisation possible de l'action de l'oxygène de l'air dans l'atténuation des virus.

» Le virus charbonneux, étant l'un des mieux étudiés, devait le premier attirer notre attention. Toutefois, nous allions nous heurter dès l'abord à une difficulté. Entre le microbe du choléra des poules et le microbe du charbon, il existe une différence essentielle qui ne permet pas de calquer rigoureusement la nouvelle recherche sur l'ancienne. Le microbe du choléra des poules, en effet, ne paraît pas se résoudre, dans ses cultures, en véritables germes. Dans celles-ci, ce ne sont que cellules ou articles toujours prêts à se multiplier par scission sans que les conditions particulières où ils donnent de vrais germes soient connues ([1]).

» La levûre de bière est un exemple frappant de ces productions cellulaires pouvant se multiplier indéfiniment, sans apparition de leurs spores d'origine. Il existe beaucoup de mucédinées à myccéliums tubuleux qui, dans certaines conditions de culture, donnent des chaînes de cellules plus ou moins sphériques, appelées *conidies*. Celles-ci, détachées de leurs branches, peuvent se reproduire sous la forme de cellules, sans jamais faire apparaître, à moins d'un changement dans les conditions des cultures, les spores de leurs mucédinées respectives. On pourrait comparer ces organisations végétales aux plantes qu'on multiplie par bouture et dont on ne fait point servir les fruits et les graines à la reproduction de la plante-mère.

» La bactérie charbonneuse, dans ses cultures artificielles, se comporte bien différemment. Ses filaments mycéliens, si l'on peut ainsi dire, se sont à peine multipliés pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, qu'on les voit se transformer, principalement ceux qui ont le libre contact de l'air, en corpuscules ovoïdes très réfringents pouvant s'isoler peu à peu et constituer les véritables germes du petit organisme. Or, l'observation démontre que ces germes, si vite formés dans les cultures, n'éprouvent avec le temps de la part de l'air atmosphérique aucune altération, soit dans

([1]) J'ai fait observer antérieurement que les petits articles du microbe se résolvent en granulations de très petit diamètre. Il est difficile que ces granulations soient les vrais germes des articles, puisque, avec le temps, il y a mort du microbe. Seraient-elles des granulations sans vitalité propre?

leur vitalité, soit dans leur virulence. Je pourrais présenter à l'Académie un tube contenant des spores d'une bactéridie charbonneuse formée il y a quatre ans, le 21 mars 1877 : chaque année, on essaye la germination des petits corpuscules et chaque année cette germination se fait avec la même facilité et la même rapidité qu'à l'origine; chaque année également on éprouve la virulence des nouvelles cultures et elles ne manifestent aucun affaiblissement apparent. Dès lors, comment tenter l'action de l'air atmosphérique sur le virus charbonneux dans l'espoir de l'atténuer?

» Le nœud de la difficulté est peut-être tout entier dans le fait de cette production rapide des germes de la bactéridie que nous venons de rappeler. Sous sa forme filamenteuse et dans sa multiplication par scission, cet organisme n'est-il pas de tout point comparable au microbe du choléra des poules? Qu'un germe proprement dit, qu'une graine ne subisse de la part de l'air aucune modification, cela se conçoit aisément, mais on conçoit non moins aisément que, s'il doit y avoir un changement, celui-ci porte de préférence sur un fragment mycélien. C'est ainsi qu'une bouture qui serait abandonnée sur le sol au contact de l'air ne tarderait pas à perdre toute vitalité, tandis que dans ces conditions la graine se conserverait, prête à reproduire la plante. Si ces vues ont quelque fondement, nous sommes conduits à penser que, pour éprouver l'action de l'oxygène de l'air sur la bactéridie charbonneuse, il serait indispensable de pouvoir soumettre à cette action le développement mycélien du petit organisme, dans des circonstances où il ne pourrait fournir le moindre corpuscule germe. Dès lors, le problème qui consiste à faire subir à la bactéridie l'action de l'oxygène revient à empêcher intégralement la formation des spores. La question ainsi posée, nous allons le reconnaître, est susceptible de recevoir une solution.

» On peut en effet empêcher les spores d'apparaître dans les cultures artificielles du parasite charbonneux par divers artifices. A la température la plus basse à laquelle ce parasite se cultive, c'est-à-dire vers + 16°, la bactéridie ne prend pas de germes, tout au moins pendant un temps très long. Les formes du petit microbe à cette limite inférieure de son développement sont irrégulières, en boules, en poires, en un mot monstrueuses, mais dépourvues de spores. Il en est de même sur ce dernier point aux températures les plus élevées encore compatibles avec la culture du parasite, températures qui varient un peu suivant les milieux. Dans le bouillon neutre de poule, la bactéridie ne se cultive plus à 45°. Sa culture y est facile, au contraire, et abondante de 42° à 43°, mais également sans formation possible des spores. En conséquence, on peut maintenir au contact de

l'air pur, entre 42° et 43°, une culture mycélienne de bactéridie entièrement privée de germes. Alors apparaissent les très remarquables résultats suivants : après un mois d'attente environ, la culture est morte, c'est-à-dire que, semée dans du bouillon récent, il y a stérilité complète. La veille et l'avant-veille du jour où se manisfeste cette impossibilité de développement et tous les jours précédents, dans l'intervalle d'un mois, la reproduction de la culture est au contraire facile. Voilà pour la vie et la nutrition de l'organisme. En ce qui concerne sa virulence, on constate ce fait extraordinaire que la bactéridie en est dépourvue déjà après huit jours de séjour à 42°-43° et ultérieurement; du moins ses cultures sont inoffensives pour le cobaye, le lapin et le mouton, trois des espèces animales les plus aptes à contracter le charbon. Nous sommes donc en possession, non pas seulement de l'atténuation de la virulence, mais de sa suppression en apparence complète, par un simple artifice de culture. En outre, nous avons la possibilité de conserver et de cultiver à cet état inoffensif le terrible microbe. Qu'arrive-t-il dans ces huit premiers jours à 43° qui suffisent à priver la bactéridie de toute virulence? Rappelons-nous que le microbe du choléra des poules, lui aussi, périt dans ses cultures au contact de l'air, en un temps bien plus long il est vrai, mais que dans l'intervalle il éprouve des atténuations successives. Ne sommes-nous pas autorisés à penser qu'il doit en être de même du microbe du charbon? Cette prévision est confirmée par l'expérience. Avant l'extinction de sa virulence, le microbe du charbon passe par des degrés divers d'atténuation et d'autre part, ainsi que cela arrive également pour le microbe du choléra des poules, chacun de ces états de virulence atténuée peut être reproduit par la culture. Enfin, puisque, d'après une de nos récentes Communications, le charbon ne récidive pas, chacun de nos microbes charbonneux atténué constitue pour le microbe supérieur un vaccin, c'est-à-dire un virus propre à donner une maladie plus bénigne. Quoi de plus facile dès lors que de trouver dans ces virus successifs des virus propres à donner la fièvre charbonneuse aux moutons, aux vaches, aux chevaux sans les faire périr et pouvant les préserver ultérieurement de la maladie mortelle? Nous avons pratiqué cette opération avec un grand succès sur les moutons. Dès qu'arrivera l'époque du parcage des troupeaux dans la Beauce, nous en tenterons l'application sur une grande échelle.

» Déjà M. Toussaint a annoncé qu'on pouvait préserver les moutons par des inoculations préventives; mais, lorsque cet habile observateur aura publié ses résultats, au sujet desquels nous avons fait des études appro-

fondies, encore inédites, nous ferons voir toute la différence qui existe entre les deux méthodes, l'incertitude de l'une, la sûreté de l'autre. Celle que nous faisons connaître a, en outre, l'avantage très grand de reposer sur l'existence de virus-vaccins cultivables à volonté, qu'on peut multiplier à l'infini dans l'intervalle de quelques heures, sans avoir jamais recours à du sang charbonneux.

» Les faits qui précèdent soulèvent un problème d'un haut intérêt : je veux parler du retour possible de la virulence des virus atténués ou même éteints. Nous venons d'obtenir, par exemple, une bactéridie charbonneuse privée de toute virulence pour le cobaye, le lapin et le mouton. Pourrait-on lui rendre son activité vis-à-vis de ces espèces animales? Nous avons préparé également le microbe du choléra des poules dépourvu de toute virulence pour les poules. Comment lui rendre la possibilité d'un développement dans ces Gallinacés?

» Le secret de ces retours à la virulence est tout entier, présentement, dans des cultures successives dans le corps de certains animaux.

» Notre bactéridie, inoffensive pour les cobayes, ne l'est pas à tous les âges de ces animaux; mais qu'elle est courte la période de la virulence! Un cobaye de plusieurs années d'âge, d'un an, de six mois, d'un mois, de quelques semaines, de huit jours, de sept, de six jours ou même moins, ne court aucun danger de maladie et de mort par l'inoculation de la bactéridie affaiblie dont il s'agit; celle-ci, au contraire, et tout surprenant que paraisse ce résultat, tue le cobaye d'un jour. Il n'y a pas eu encore d'exception sur ce point dans nos expériences. Si l'on passe alors d'un premier cobaye d'un jour à un autre, par inoculation du sang du premier au second, de celui-ci à un troisième, et ainsi de suite, on renforce progressivement la virulence de la bactéridie, en d'autres termes son accoutumance à se développer dans l'économie. Bientôt, par suite, on peut tuer les cobayes de trois et de quatre jours, d'une semaine, d'un mois, de plusieurs années, enfin les moutons eux-mêmes. La bactéridie est revenue à sa virulence d'origine. Sans hésiter, quoique nous n'ayons pas encore eu l'occasion d'en faire l'épreuve, on peut dire qu'elle tuerait les vaches et les chevaux; puis elle conserve cette virulence indéfiniment si l'on ne fait rien pour l'atténuer de nouveau.

» En ce qui concerne le microbe du choléra des poules, lorsqu'il est arrivé à être sans action sur ces dernières, on lui rend la virulence en agissant sur des petits oiseaux, serins, canaris, moineaux, etc., toutes espèces qu'il tue de prime-saut. Alors, par des passages successifs dans le

corps de ces animaux, on lui fait prendre peu à peu une virulence capable de se manifester de nouveau sur les poules adultes.

» Ai-je besoin d'ajouter que, dans ce retour à la virulence et chemin faisant, on peut préparer des virus-vaccins à tous les degrés de virulence pour la bactéridie et qu'il en est ainsi pour le microbe du choléra?

» Cette question du retour à la virulence est du plus grand intérêt pour l'étiologie des maladies contagieuses.

» Je terminais ma Communication du 26 octobre dernier en faisant remarquer que l'atténuation des virus par l'influence de l'air doit être un des facteurs de l'extinction des grandes épidémies. Les faits qui précèdent, à leur tour, peuvent servir à rendre compte de l'apparition dite *spontanée* de ces fléaux. Une épidémie qu'un affaiblissement de son virus a éteinte peut renaître par le renforcement de ce virus sous certaines influences. Les récits que j'ai lus d'apparition spontanée de la peste me paraissent en offrir des exemples, témoin la peste de Benghazi, en 1856-1858, dont l'éclosion n'a pu être rattachée à une contagion d'origine. La peste est une maladie virulente propre à certains pays. Dans tous ces pays, son virus atténué doit exister, prêt à y reprendre sa forme active quand des conditions de climat, de famine, de misère, s'y montrent de nouveau. Il est d'autres maladies virulentes qui apparaissent *spontanément* en toutes contrées : tel est le typhus des camps. Sans nul doute, les germes des microbes, auteurs de ces dernières maladies, sont partout répandus. L'homme les porte sur lui ou dans son canal intestinal sans grand dommage, mais prêts également à devenir dangereux lorsque, par des conditions d'encombrement et de développement successifs à la surface des plaies, dans des corps affaiblis ou autrement, leur virulence se trouve progressivement renforcée.

» Et voilà que la virulence nous apparaît sous un jour nouveau qui ne laisse pas d'être inquiétant pour l'humanité, à moins que la nature dans son évolution à travers les siècles passés ait déjà rencontré toutes les occasions de productions des maladies virulentes ou contagieuses, ce qui est fort invraisemblable.

» Qu'est-ce qu'un organisme microscopique inoffensif pour l'homme ou pour tel animal déterminé? C'est un être qui ne peut se développer dans notre corps ou dans le corps de cet animal; mais rien ne prouve que, si cet être microscopique venait à pénétrer dans une autre des mille et mille espèces de la création, il ne pourrait l'envahir et la rendre malade. Sa virulence, renforcée alors par des passages successifs dans les représentants

de cette espèce, pourrait devenir en état d'atteindre tel ou tel animal de grande taille, l'homme ou certains animaux domestiques. Par cette méthode, on peut créer des virulences et des contagions nouvelles. Je suis très porté à croire que c'est ainsi qu'ont apparu, à travers les âges, la variole, la syphilis, la peste, la fièvre jaune, etc., et que c'est également par des phénomènes de ce genre qu'apparaissent, de temps à autre, certaines grandes épidémies, celle de typhus, par exemple, que je viens de mentionner.

» Les faits observés à l'époque de la VARIOLATION (inoculation de la variole) avaient introduit dans la Science l'opinion inverse, celle de la diminution possible de la virulence par le passage des virus à travers certains sujets. Jenner partageait cette manière de voir, qui n'a rien d'invraisemblable. Cependant, jusqu'à présent nous n'en avons pas rencontré d'exemples, quoique nous les ayons cherchés intentionnellement.

» Ces inductions trouveront, je l'espère, de nouveaux appuis dans des Communications ultérieures. »

THERMOCHIMIE. — *Action des hydracides sur les sels halogènes renfermant le même élément.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. Les hydracides se combinent directement aux sels métalliques pour former des chlorhydrates de chlorures, des bromhydrates de bromures, des iodhydrates d'iodures : c'est ce qui résulte de l'étude des composés cristallisés que j'ai observés avec les sels de cadmium, de plomb, d'argent [1], ainsi que de celle des chlorhydrates de chlorure de mercure décrits récemment par M. Ditte [2], et des chlorhydrates de chlorures d'or et de platine anciennement connus. Une généralisation facile à prévoir m'a conduit à chercher s'il existait des sels acides analogues, formés par les chlorures et bromures alcalins.

» 2. On ne doit guère espérer isoler de tels composés en présence de l'eau, les chlorures et bromures alcalins étant précipités de leurs solutions aqueuses par les hydracides. J'ai expliqué ailleurs [3] cette précipitation par

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 1024.

(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 353.

(3) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 150; et surtout *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 492 et 466.

la formation des hydrates définis des hydracides, en vertu de laquelle l'hydracide prend l'eau qui retenait le sel en dissolution.

» Or cette formation des hydrates d'hydracides joue également un rôle essentiel dans la préparation des chlorhydrates de chlorures et des sels acides analogues : ceux-ci ne pouvant exister en présence de l'eau que si leur chaleur de formation surpasse la chaleur dégagée par l'union des mêmes hydracides avec l'eau. Cette condition est, en effet, réalisée dans la formation du chlorhydrate de chlorure de cadmium,

$$CdCl + HCl + 7HO \text{ (solide), dégage} \ldots\ldots \quad +15^{Cal},1,$$

tandis que la formation de l'hydrate chlorhydrique cristallisable, que l'on peut admettre dans les solutions saturées,

$$HCl + 2H^2O^2 \text{ solide} = HCl, 2H^2O^2 \text{ cristallisé, dégage seulement.} \quad +11^{Cal},2.$$

» L'eau et l'hydrate d'acide, tous deux pris dans l'état liquide, fournissent un chiffre très voisin : $+11,6$, les deux chaleurs de fusion étant presque identiques.

» Les chaleurs de formation des iodhydrates cristallisables et hydratés formés par l'iodure de plomb ($+23^{Cal},3$) et par l'iodure d'argent ($+21^{Cal},6$) surpassent également celle de l'hydrate iodhydrique saturé :

$$HI + 3H^2O^2 \text{ liquide} = HI, 3H^2O^2 \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots \quad +15^{Cal},6;$$

les trois quantités étant calculées cette fois depuis l'hydrate iodhydrique liquide et l'eau liquide, faute d'un autre terme de comparaison commun.

» Ajoutons, pour compléter ces données, que l'union du gaz bromhydrique et de l'eau liquide, formant l'hydrate liquide,

$$HBr + 2H^2O^2 \text{ liq.} = HBr, 2H^2O^2 \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots \quad +14,2;$$

chiffre qui peut être adopté sans erreur notable pour la formation du même hydrate cristallisé (état sous lequel il est facile de l'obtenir), depuis l'hydracide gazeux et l'eau solide, d'après la remarque faite plus haut pour l'hydrate chlorhydrique analogue.

» Cela étant admis, si la chaleur de formation d'un chlorhydrate de chlorure ou d'un sel analogue est trop faible, l'hydracide s'unira à l'eau, de préférence au chlorure, qu'il précipitera.

» C'est précisément ce qui arrive pour le bromure de sodium, car j'ai trouvé (voir plus loin) :

$$HBr + m\,NaBr \text{ solide, dégage} \ldots\ldots \quad +10^{Cal},8;$$

chiffre fort inférieur à $+14,2$.

» Cette condition n'est pas d'ailleurs la seule : on doit tenir compte, même lorsqu'elle est remplie, de la dissociation propre du composé prépondérant, et aussi de celle de l'autre composé qui peut se former aux dépens de la portion d'hydracide laissée libre par la dissociation du premier (1).

» Ainsi, si la chaleur de formation du chlorhydrate est trop faible, il ne pourra être manifesté qu'en opérant avec le sel anhydre. Mais alors l'état gazeux de l'un des composants, opposé à l'état solide de l'autre, devra s'opposer, en général, à une combinaison régulière, la réaction demeurant incomplète et superficielle; il l'entravera d'autant mieux que de tels composés sont, en général, dissociables dès la température ordinaire. L'existence du composé pourra être manifestée par trois caractères : l'absorption du gaz par le sel anhydre, le dégagement de chaleur, et l'observation de réactions nouvelles, qui n'appartiennent ni au sel, ni au gaz, envisagés isolément.

» Or j'ai observé qu'il en est ainsi pour les chlorures et bromures alcalins, mis en présence des hydracides correspondants.

3. *Acide bromhydrique et bromure de sodium.* — Le bromure de sodium sec absorbe le gaz bromhydrique (formation d'un bromhydrate), et le composé produit est décomposé par le mercure avec dégagement d'hydrogène : réaction que ne produisent ni le bromure de sodium, ni le gaz bromhydrique dans les mêmes conditions (2). Voici les faits.

» On a desséché soigneusement le bromure de sodium, par l'action de la chaleur; on l'a pulvérisé et on l'a chauffé plus fortement, sans le fondre pourtant; on en a pris 1^{gr} environ, que l'on a introduit dans un tube gradué; on a versé dessus une couche de mercure; on a fait le vide, pour extraire l'air contenu dans le sel, puis on a laissé rentrer du mercure, de façon à remplir complètement le tube : on a obtenu ainsi un sel bien purgé d'air. On a mesuré, d'autre part et dans un tube gradué distinct : $14^{cc},2$ de gaz bromhydrique pur, à peu près entièrement absorbable par l'eau (3), et

---

(1) Voir, dans mon *Essai de Mécanique chimique*, les lois relatives aux systèmes homogènes dissociés, t. II, p. 442, 443, 546 et 642; et aux systèmes hétérogènes renfermant un précipité, p. 445 et 752.

(2) Le gaz bromhydrique lui-même est attaqué à la longue par le mercure; mais cette action est infiniment plus lente. Au bout d'une demi-heure de contact, aucune dose appréciable d'hydrogène ne se manifeste.

(3) Il laissait un résidu de deux millièmes, attribuable à l'air dissous dans l'eau.

on les a fait passer dans le tube qui contenait le sel. Le volume apparent du gaz (c'est-à-dire le volume mesuré en présence du sel pulvérulent, dont le volume s'ajoute en partie à celui du gaz et donne un chiffre trop fort) s'est trouvé réduit presque aussitôt à $12^{cc},8$; il a continué à diminuer peu à peu, par suite de l'absorption lente du gaz. Au bout d'une demi-heure, il était égal à $12^{cc},2$.

» A ce moment, le volume apparent du gaz absorbé s'élevait à $2^{cc},0$; le volume du sel solide étant $0^{cc},32$. On voit que le volume du gaz absorbé représente six à sept fois le volume du sel; mais ce chiffre est trop faible, une portion du sel demeurant recouverte de mercure : le surplus agit seulement par sa surface. Le terme de l'absorption n'est pas d'ailleurs atteint; mais j'ai dû arrêter l'expérience.

» En effet, la perte de volume observée répond à deux phénomènes, savoir : une combinaison intégrale du gaz bromhydrique avec le bromure de sodium et une décomposition plus lente du bromhydrate de bromure de sodium par le mercure. Le contenu du tube ayant été traité par l'eau, il est resté un volume insoluble égal à $0^{cc},3$ et constitué par de l'hydrogène. La proportion de gaz bromhydrique disparue se compose donc de 6 volumes combinés et de 1 volume décomposé. Ainsi le gaz bromhydrique est absorbé très sensiblement par le bromure de sodium sec, et il se produit une décomposition lente du bromhydrate par le mercure; décomposition qui s'est élevée au quart environ de ce composé, dans les conditions de l'expérience précédente. Cette décomposition, n'ayant lieu ni avec le sel ni avec le gaz bromhydrique, mis isolément en présence du mercure dans les mêmes conditions, caractérise la formation du nouveau composé.

» 4. *Acide bromhydrique et bromure de potassium.* — On a opéré exactement de même avec ces deux corps et les résultats ont été analogues à ceux fournis par le bromure de sodium; à cela près que le volume du gaz absorbé au bout d'une demi-heure était trois fois moindre. Il s'était également formé de l'hydrogène.

» 5. L'*acide bromhydrique* et le *bromhydrate d'ammoniaque* ont donné lieu aussi à une réaction; mais l'absorption a été plus faible encore, probablement parce que le sel, desséché à une haute température, renfermait déjà un léger excès d'acide bromhydrique. L'hydrogène a été observé.

» 6. *Acide bromhydrique et bromure d'argent.* — J'ai répété les mêmes expériences avec le bromure d'argent. Elles sont moins décisives, parce que le bromure d'argent sec, agité avec le mercure, l'attaque immédiatement : probablement en raison de la substitution du mercure (protosel) à l'argent,

substitution qui dégage $+ 11^{Cal},5$. En opérant avec 1^{gr} de bromure d'argent sec (mais non fondu), en présence du gaz bromhydrique et du mercure, il y a eu absorption progressive de gaz, s'élevant à $2^{cc},6$ au bout d'une demi-heure, soit seize fois le volume du sel ; il s'était formé en même temps $0^{cc},5$ d'hydrogène, c'est-à-dire qu'un tiers du gaz disparu avait été décomposé, les deux autres tiers étant simplement combinés, sous forme de bromhydrate, soit au bromure d'argent, soit au bromure de mercure qui en dérive.

» J'ai fait les mêmes expériences avec les chlorures alcalins et l'acide chlorhydrique. Ici, il y a seulement absorption de l'hydracide par le sel halogène, sans qu'il y ait dégagement d'hydrogène.

» 7. *Acide chlorhydrique et chlorure de sodium sec.* — Action lente. Après une demi-heure le sel avait absorbé 1^{cc}, soit deux fois le volume de la matière totale; une portion seulement s'était trouvée en contact réel.

» 8. *Acide chlorhydrique et chlorure de potassium sec.* — L'action est un peu plus rapide qu'avec le chlorure de sodium. Au bout d'une demi-heure, 3^{cc} étaient absorbés, c'est-à-dire au moins six fois le volume du sel. Redoutant quelque erreur, j'ai chauffé de nouveau du chlorure de potassium pulvérisé et je l'ai introduit encore chaud dans le tube où devait se faire l'expérience. L'absorption a suivi la marche que voici : immédiatement, $0^{cc},8$; après deux minutes, $0^{cc},95$; après quinze minutes, $1^{cc},5$; après une demi-heure, $2^{cc},0$, c'est-à-dire au moins quatre fois le volume du sel.

» Entre le gaz chlorhydrique et le chlorhydrate d'ammoniaque la réaction est extrêmement faible; ce sel absorbe, par contre, le gaz ammoniac, en formant divers composés, étudiés par M. Troost ([1]).

» 9. *Acide chlorhydrique et chlorure d'argent.* — Le chlorure d'argent, de même que le bromure d'argent, attaque à froid le mercure : ce qui s'explique également, la réaction (protosel) dégageant $+ 11^{Cal},7$. Le chlorure d'argent sec (mais non fondu), en présence du gaz chlorhydrique et du mercure, a absorbé peu à peu en une demi-heure $2^{cc},4$; soit douze fois le volume du chlorure d'argent. Il n'y a pas dégagement d'hydrogène. Ces faits indiquent l'existence d'un chlorhydrate de chlorure, soit d'argent, soit de mercure.

» 10. J'ai pensé qu'il convenait de rechercher si ces diverses réactions dégagent de la chaleur : l'expérience est délicate, en raison de la faible quantité d'hydracide fixée sur les sels et de la lenteur de la réaction.

» A cet effet, un thermomètre sensible, indiquant les vingtièmes de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 578.

degré, a été immergé dans un vase rempli avec le sel pulvérulent, très soigneusement desséché. La marche du thermomètre une fois régularisée, on fait arriver un courant d'hydracide gazeux dans le vase. On a observé une élévation de température notable : $0^\circ,5$ dans un essai ; $0^\circ,9$ dans un autre, en faisant agir le gaz bromhydrique sur le bromure de sodium ; le gaz chlorhydrique et le chlorure de sodium ont produit un effet positif, mais à peine sensible ; le gaz bromhydrique et le chlorure de sodium, un dégagement notable ($+0^\circ,1$) ; le gaz chlorhydrique et le bromure de sodium, un peu davantage ($+0^\circ,15$). Ces nombres ne fournissent pas la mesure comparative du phénomène, en raison de la lenteur de la réaction ; mais ils montrent qu'elle est accompagnée, dans tous les cas, par un dégagement de chaleur.

» J'ai tenté alors d'obtenir une mesure proprement dite avec le gaz bromhydrique et le bromure de sodium. Le sel était contenu dans une bouteille en platine, jaugeant $32^{cc},4$, renfermant 40^{gr} de bromure de sodium anhydre, et plongée dans un petit calorimètre. On a fait passer le gaz pendant quatre minutes. L'accroissement du poids apparent de la bouteille pesée dans l'air a été $0^{gr},156$; soit $0^{gr},1955$, en tenant compte de la perte de poids dans l'air. D'après le volume du sel ($13^{cc},1$) et celui de l'espace vide de la bouteille, on trouve que les 40^{gr} de bromure de sodium ont fixé $0^{gr},129$ d'acide bromhydrique : soit à peu près trois fois leur volume. Dans ces conditions,

$$HBr + m NaBr \text{ solide ont dégagé : } +10^{Cal},8.$$

» **11.** En résumé, les chlorures alcalins, aussi bien que les chlorures métalliques proprement dits, absorbent à froid le gaz chlorhydrique ; les bromures alcalins, aussi bien que les bromures métalliques, absorbent à froid le gaz bromhydrique. Cette réaction donne lieu à un dégagement de chaleur ; enfin, les composés formés par le dernier gaz dégagent de l'hydrogène sous l'influence du mercure, dans des conditions où le gaz libre n'en produit pas.

» Je crois qu'il est permis de conclure de ces observations que les composés formés par l'union d'un hydracide et d'un sel halogène renfermant le même élément existent aussi bien dans le cas des sels alcalins, où ils sont signalés par l'absorption du gaz, par le dégagement de chaleur et par des réactions spéciales, que dans le cas des sels métalliques proprement dits, où ils ont été obtenus cristallisés. Dans les deux cas, ils sont en partie dissociés.

» De tels composés, loin d'être exceptionnels, représentent au contraire

un ordre de corps fort général en Chimie. Dans l'ordre des acides monobasiques, les acétates et formiates acides sont connus depuis longtemps; M. Ditte a signalé récemment les azotates acides; dans un cercle plus étroit d'analogies, on doit rappeler les fluorhydrates des fluorures alcalins. Les chlorhydrates de chlorures et les bromhydrates de bromures sont des composés du même genre, qui se distinguent seulement par une moindre stabilité. Tous ces corps jouent dans la mécanique chimique un rôle important, et sur lequel j'aurai occasion de revenir. »

M. de Lesseps, en présentant à l'Académie la cinquième série des « Lettres, journal et documents pour servir à l'histoire du canal de Suez », s'exprime comme il suit :

« L'Académie se rappelle qu'après l'élection dont elle m'a honoré, plusieurs de nos confrères m'ont engagé à mettre en ordre les documents relatifs à l'histoire du canal de Suez. Elle a bien voulu accepter la dédicace des quatre premières séries de cette publication. Je lui offre aujourd'hui la cinquième et dernière série, se terminant par les détails de l'inauguration, à laquelle une nombreuse députation de l'Institut a assisté les 17, 18, 19 et 20 novembre 1869.

» Mon cinquième Volume donne un résumé de toutes les études ou opérations préparatoires et la description des appareils qui ont permis d'entreprendre les travaux d'exécution. La durée de ces travaux n'a donc été réellement que de sept années. C'est à peu près le terme prévu pour l'exécution du canal de Panama, qui commence actuellement sans avoir à subir, comme celui de Suez, la phase des difficultés politiques, des négociations et des opérations préparatoires dans un désert privé de toutes ressources.

» Le Volume que je dépose sur le bureau pourra surtout intéresser les ingénieurs et les personnes qui s'occupent des études de travaux publics. »

M. Resal fait hommage à l'Académie du Tome VI de son « Traité de Mécanique générale ».

Ce Volume traite des voûtes, des ponts en charpente, des constructions métalliques, de la navigation intérieure et des travaux maritimes.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE. — *Sur l'action désinfectante et antiputride des vapeurs de l'éther azoteux;* par M. PEYRUSSON.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie que l'azotite d'éthyle, ou éther azoteux éthylique, en vapeur, communiquait à l'air les réactions de l'ozone, et qu'il était complètement inoffensif. Je concluais de ces faits qu'il pourrait avantageusement être employé à purifier l'air des locaux habités, car la théorie des décompositions chimiques qu'il éprouve indique qu'il doit être plus efficace que l'ozone lui-même pour détruire les impuretés qui peuvent se trouver dans l'air.

» Aujourd'hui je viens rendre compte à l'Académie des expériences que j'ai faites pour la démonstration de cette manière de voir.

» Dans une première série d'expériences, je me suis placé au point de vue antiseptique; mais je me suis attaché à n'opérer que sur l'air ambiant en évitant le mélange direct avec la matière organique en expérience. A cet effet, j'ai pris des bocaux de 3^{lit} de capacité environ dans lesquels j'ai mis des substances altérables : viande, sang, solution sucrée, œufs battus, puis j'ai introduit dans ces bocaux des petits flacons débouchés qui contenaient un peu d'azotite d'éthyle mélangé à de l'alcool ou la préparation que j'indiquerai plus loin ; j'ai fermé ensuite ces grands bocaux d'une façon incomplète et seulement pour éviter une évaporation trop rapide de l'éther. Dans ces conditions, il n'y avait pas contact direct entre la matière en expérience et l'éther, dont les vapeurs se répandaient simplement dans l'atmosphère du grand bocal. De plus, je ferai observer que je me mettais ainsi dans des conditions tout à fait analogues à celles dans lesquelles ce corps doit être employé, l'atmosphère du bocal représentant l'atmosphère d'un appartement fermé.

» Voici du reste le résultat de mes expériences :

» J'ai pris des œufs frais, que j'ai battus ensemble (blancs et jaunes) et que j'ai divisés ensuite dans cinq bocaux ainsi disposés :

» Le premier, qui servait de témoin, a été abandonné tel quel. Au bout de quatre jours, l'œuf, qui formait d'abord un liquide jaune au fond duquel il y avait un dépôt granulé, s'est coagulé peu à peu; l'odeur bien connue d'œuf pourri a commencé à se développer, et au bout de dix jours elle

était insupportable; puis, il s'est produit une coloration gris foncé qui a envahi peu à peu toute la masse.

» Dans le deuxième bocal j'ai introduit un flacon qui contenait du chlorure de chaux humide. L'odeur du chlore dégagé n'a pas tardé à être forte et a persisté pendant toute la durée de l'expérience; la coagulation a eu lieu dès le sixième jour et l'altération a été aussi manifeste que dans le bocal témoin.

» Dans le troisième bocal j'ai mis un flacon à ouverture un peu large qui contenait de l'acide phénique concentré, dont l'odeur forte eut bien vite envahi le bocal à un degré tel, qu'il n'aurait certainement pas été possible de la supporter, et cependant l'altération de l'œuf n'a pour ainsi dire pas été retardée : coagulation, teinte gris foncé comme dans le bocal témoin, odeur putride, sensiblement la même, s'ajoutant à celle de l'acide phénique.

» Dans le quatrième bocal j'ai introduit un petit flacon contenant de l'azotite d'éthyle mélangé d'alcool. Dans ce bocal la conservation de l'œuf a été complète pendant les trois mois que l'expérience a duré. Il ne s'est produit aucune odeur autre que l'odeur très douce et très faible de l'azotite d'éthyle. Non seulement il n'y a eu aucune trace d'altération, mais, à mon grand étonnement, je puis le dire, la coagulation elle-même n'a pas eu lieu et l'œuf est resté exactement dans l'état où je l'avais mis.

» Dans le cinquième bocal j'ai fait circuler un courant d'air ordinaire pénétrant lentement au moyen d'un tube de $0^{m},01$ de diamètre environ, et dont l'intérieur contenait deux fils en platine communiquant avec une petite bobine, et entre lesquels il partait continuellement des décharges obscures. Dans ces conditions, la putréfaction a été retardée de huit jours environ; mais au bout de ce temps elle a commencé et elle a continué, plus lentement il est vrai, mais sans arrêt.

» En dehors de ces expériences de laboratoire, il a été fait quelques essais par les médecins de Limoges, que je crois devoir énumérer rapidement.

» La salle Saint-Jean de l'hôpital de Limoges, dans le service du Dr Chenieux, contient douze lits occupés par des vieillards infirmes, et sa capacité n'est que de 280^{mc}. Aussi, le matin en particulier, il y a une odeur très forte, presque repoussante. On a mis dans cette salle trois tasses contenant chacune environ 30^{gr} d'éther dilué, et l'odeur a été enlevée.

» M. le Dr Raymond l'a employé pour purifier l'air d'une crèche où il y avait une mauvaise odeur qui a été complètement détruite.

» M. le Dr Boudet s'en est servi pour assainir l'air d'une salle où il y avait une forte odeur, occasionnée par des excroissances phagédéniques, et a obtenu un bon résultat.

» M. le Dr Louis Bleynie en a fait mettre dans une chambre où l'on conservait un cadavre pendant quatre jours, et il ne s'est manifesté aucune odeur. Le même médecin s'en est aussi servi dans la chambre d'un couvent occupée par une malade atteinte de variole, et le cas est resté unique dans la communauté.

» M. le Dr de Conveau l'a également utilisé avec succès pour prévenir et combattre l'infection dans la chambre d'un homme très gros dont on avait à conserver le cadavre pendant trois jours. Il l'a aussi employé dans une institution où deux enfants avaient la coqueluche, et non seulement ces deux cas sont restés isolés, mais il a constaté une amélioration à partir du moment où l'on a mis de l'éther.

» Enfin MM. les Drs Raymondaud et Francis Bleynie l'ont aussi employé avec avantage.

» Il résulte de ces expériences que cet éther, ainsi du reste que la théorie chimique me l'avait fait pressentir, est doué d'un pouvoir désinfectant remarquable; il a, de plus, l'avantage d'avoir une odeur douce, agréable et d'être complètement inoffensif.

» J'ai voulu alors expérimenter ce que donnerait un simple mélange d'alcool et d'acide azotique et je me suis arrêté à la formule suivante :

	Parties.
Alcool à 90°	4
Acide azotique à 36°	1

Dans ces proportions les produits secondaires de la réaction ne sont nullement incommodes et l'on ne perçoit pas d'odeur acide.

» J'ai répété les expériences que je viens de décrire en employant ce mélange à la place d'azotite d'éthyle et j'ai obtenu pour toutes des résultats aussi satisfaisants qu'en employant l'éther pur en solution alcoolique. »

M. D. Carrère adresse un cinquième Mémoire sur la résolution de l'équation du sixième degré, lorsque toutes les racines sont imaginaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Lefébure adresse un Mémoire sur la résolution de l'équation

$x^n + y^n = z^n$ en nombres entiers, n étant un nombre entier quelconque plus grand que 1.

(Commissaires : MM. Bonnet, Bouquet, Puiseux.)

M. **Chase** adresse une nouvelle Note relative à l'hypothèse nébulaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Watteau** adresse un Mémoire relatif aux conditions d'émergence des rayons lumineux dans les prismes.

(Commissaires : MM. Jamin, Desains, Cornu.)

M. **D. Coglievina** adresse une Note relative à un « photomètre centigrade ».

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

M. **K. Borawski** adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **F. Aïraldi**, M. **Nirellep** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Bodemer**, M. **Poincaré** obtiennent l'autorisation de retirer du Secrétariat des Mémoires sur lesquels il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *Ad. Nicolas*, intitulée « La Bourboule actuelle ».

2° La vingt-quatrième année de L' « année scientifique et industrielle », par M. *L. Figuier*.

M. **L. Saltel**, M. **Alph. Picart** prient l'Académie de les comprendre

parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de M. *Chasles*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle définition de la surface des ondes.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans le Tome IX du *Quarterly Journal of Mathematics*, M. Niven a donné la remarquable proposition suivante, relative à la surface des ondes:

» *Les trois sphères passant par les trois cercles principaux et par un point quelconque* M *de la surface vont se couper en un second point* P *qui est le pied de la perpendiculaire abaissée du centre de la surface sur le plan tangent en* M.

» M. Niven a remarqué que ce théorème permet de construire soit le plan tangent en un point donné, soit le point de contact d'un plan tangent donné. Je vais établir qu'il conduit à une définition simple et nouvelle de la surface des ondes, définition dont le caractère essentiel sera de n'employer aucun ellipsoïde.

» En n'employant en effet qu'une partie de la proposition précédente, on voit que les sphères passant par les trois cercles principaux et par un point M de la surface des ondes vont se couper en un point P tel que, O désignant le centre de la surface, l'angle MPO soit droit.

» La surface des ondes nous apparaît ainsi comme un cas particulier de la surface suivante. On considère dans l'espace trois cercles quelconques (A), (B), (C) et un point quelconque O. On cherche le lieu (Σ) des points M jouissant de la propriété suivante : les sphères passant par les trois cercles fixes (A), (B), (C) et par un point quelconque M du lieu vont se couper en un second point P tel que l'angle MPO soit droit. Ce lieu est évidemment une surface : je vais d'abord montrer qu'on peut la construire par points en employant seulement la règle et le compas.

» Considérons, en effet, deux sphères quelconques passant par les cercles (A) et (B); elles se coupent suivant un cercle (Γ). Je vais chercher les points du lieu situés sur (Γ). Pour cela, je remarque que toute sphère passant par le cercle (C) coupera le cercle (Γ) en deux points M et P, tels que la droite MP aille concourir en un point fixe H. Si M est un point du lieu, l'angle MPO, ou, ce qui est la même chose, l'angle HPO sera droit; le point P devra donc se trouver sur la sphère décrite sur OH comme diamètre. Il y aura donc deux positions pour le point P et, par conséquent, aussi deux positions pour le point M. Cette construction, étant générale, ne subit aucune modification dans le cas de la surface des ondes.

» Il existe un cercle (K) qui rencontre les cercles (A), (B), (C) chacun en deux points. Appelons *centre radical de deux cercles* le centre radical de toutes les sphères passant par ces deux cercles. Le plan du cercle (K) est le plan des centres radicaux des trois cercles (A), (B), (C) pris deux à deux.

» La surface (Σ) contient le cercle (K).

» Chacune des sphères passant par le cercle (K) et l'un des cercles (A), (B), (C) coupe la surface suivant un nouveau cercle. On obtient ainsi trois cercles (A'), (B'), (C').

» La surface (Σ) est en général du cinquième ordre. Elle admet le cercle de l'infini comme ligne double et elle coupe en outre le plan de l'infini suivant une droite qui est dans le plan perpendiculaire à la ligne OH, H désignant le point de rencontre des plans des cercles (A), (B), (C).

» La surface (Σ) se réduit au quatrième ordre : 1° si les plans des cercles (A), (B), (C) se coupent suivant une droite; 2° si le point O et le point H coïncident. J'examinerai spécialement ce dernier cas.

» Alors la surface admet huit plans la coupant chacun suivant un cercle et une conique. Ce sont le plan de l'infini, coupant, suivant une conique et le cercle de l'infini, les plans des cercles (K), (A), (A'), (B), (B'), (C), (C'). Elle contient donc seize coniques, ce qui est d'autant plus remarquable qu'elle n'a en général aucun point singulier.

» Dans une première étude sur les surfaces du quatrième ordre admettant des coniques isolées, il m'a paru qu'il existe une surface du quatrième ordre qui, sans avoir aucun point singulier, admet dix-huit plans tangents quadruples et par conséquent trente-six coniques.

» Il résulte, on le voit, des recherches précédentes, que la surface des ondes est une simple variété d'une surface du quatrième ordre n'ayant aucun point singulier et contenant seize coniques isolées.

» Je terminerai en ajoutant un petit complément à deux de mes Communications antérieures. On sait que, si trois points d'une droite invariable décrivent des plans rectangulaires, tout point de la droite décrit un ellipsoïde. J'ajoute à ce théorème de Dupin que *la droite, dans toutes ses positions, demeure normale à une surface fixe dont les lignes de courbure sont algébriques*. Cette surface est une variété des surfaces de quatrième classe, considérées dans ma Communication du 3 janvier, et les surfaces développables formées par les normales en tous les points d'une ligne de courbure sont tangentes à une surface du second degré, comme cela a lieu d'ailleurs pour les surfaces les plus générales de ce genre.

» On voit que nous déterminons la surface sur les normales de laquelle

les plans coordonnés interceptent des segments de longueur donnée. D'une manière générale, on peut toujours obtenir, par de simples quadratures, l'équation de la surface qui est définie par une relation quelconque entre les trois longueurs des segments compris entre le pied de la normale et les trois plans coordonnés, au moins quand ces trois plans sont rectangulaires. En étudiant cette question, on est conduit à un théorème intéressant :

» *S'il existe deux relations entre les longueurs des trois segments de la normale compris entre le pied de cette normale et les trois plans coordonnés, l'une de ces relations est nécessairement la suivante : les segments de la normale compris entre les trois plans coordonnés ont des rapports invariables.*

» Ce théorème se vérifie en particulier pour la surface que nous venons de considérer, et qui est normale à toutes les positions d'une droite invariable dont trois points décrivent les plans coordonnés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement du produit infini* $(1-x)(1-x^2)(1-x^3)(1-x^4)\ldots$. Note de M. **J. Franklin**, présentée par M. Hermite.

« Euler a obtenu ce développement au moyen d'un arrangement spécial des opérations de multiplication. Je vais obtenir le terme général comme solution d'un problème de partitions.

» Le coefficient de x^w dans le développement est évidemment l'excès du nombre de manières dont on peut décomposer w en un nombre *pair* de parties entières et différentes sur le nombre de manières dont on peut le décomposer en un nombre *impair* de telles parties; c'est donc cette différence qu'il faut trouver.

» Je désignerai par (a) un nombre qui est $\overset{=}{>} a$.

» Supposons que, dans chaque partition, les parties soient écrites en ordre ascendant, et considérons une partition quelconque contenant r nombres dont le premier est 1. En effaçant le nombre 1 et augmentant de l'unité le dernier nombre, on obtient une partition qui contient $r-1$ nombres dont le premier est (2) et qui n'a pas deux nombres consécutifs à sa fin, et, réciproquement, de chaque partition qui contient $r-1$ nombres dont le premier est (2) et qui n'a pas deux nombres consécutifs à sa fin, on obtient (en diminuant le dernier nombre de l'unité et mettant 1 devant le premier nombre) une partition contenant r nombres dont le premier est 1. Or, ces classes de partitions étant l'une d'ordre pair

et l'autre d'ordre impair, leur présence n'affecte pas la différence cherchée, et nous n'avons à considérer que les partitions commençant par (2) et finissant par deux nombres consécutifs. Parmi ces partitions, considérons une quelconque contenant r nombres dont le premier est 2; en effaçant 2 et augmentant de l'unité chacun des deux derniers nombres, on obtient une partition qui contient $r-1$ parties dont la première est (3) et qui n'a pas trois nombres consécutifs à sa fin; et réciproquement. On peut donc supprimer ces classes de partitions, et il ne faut considérer que les partitions qui commencent par (3) et qui finissent par trois nombres consécutifs. En continuant ainsi, il est évident qu'on éloignera pas à pas toutes les partitions, à moins qu'il n'y ait des cas dans lesquels le procédé indiqué ne soit pas applicable. Considérons donc le cas général où les partitions à considérer commencent par (n) et finissent par n nombres consécutifs.

» 1° Si le premier nombre d'une partition est n, on doit effacer n et augmenter de l'unité chacun des n derniers nombres; cela peut se faire, à moins que le nombre des parties ne soit exactement n. Dans ce cas, w est la somme de n nombres consécutifs dont le premier est n, c'est-à-dire $w = \frac{n(3n-1)}{2}$.

» 2° Si le premier nombre est $(n+1)$ et si la partition n'a pas $n+1$ nombres consécutifs à sa fin, on doit diminuer de l'unité chacun des n derniers nombres et mettre le nombre n devant le premier nombre; rien n'empêche d'opérer ainsi, à moins que le premier nombre ne soit $n+1$ et le nombre des parties exactement n (car alors la partition transformée contiendrait deux fois le nombre n, ce qui n'est pas possible). Dans ce cas, $w = \frac{n(3n+1)}{2}$.

» Nous avons donc démontré que les partitions d'ordre pair contrebalancent exactement celles d'ordre impair, à moins que w ne soit de la forme $\frac{n(3n\pm 1)}{2}$, et que, dans ce cas, il restera, après toutes les suppressions possibles, *une* partition qui contient n parties. On a donc

$$\begin{aligned}(1-x)(1-x^2)(1-x^3)(1-x^4)\ldots &= \Sigma(-1)^n x^{\frac{n(3n\pm 1)}{2}}\\ &= 1 - x - x^2 + x^5 + x^7 - x^{12} - x^{15} + x^{22} + x^{26} + \ldots\end{aligned}$$

» Tout ce qui précède peut s'exprimer plus brièvement comme il suit. Étant donnée une partition quelconque (à parties inégales), écrite, comme auparavant, en ordre ascendant, on peut appeler *partition conjuguée* celle

qui en dérive par la règle suivante. Soient r le premier nombre de la partition donnée, n le nombre exact de nombres consécutifs à sa fin. Si $r \leqq n$, on obtient la partition conjuguée en effaçant r et augmentant de l'unité chacun des r derniers nombres; si $r > n$, on l'obtient en diminuant de l'unité chacun des n derniers nombres et mettant n devant le premier nombre. Et l'on s'assure facilement que, par la même règle, la première partition est la conjuguée de la seconde. Mais, si *tous* les nombres sont consécutifs et que $r = n$ ou $r = n + 1$, on ne peut pas former la conjuguée, et c'est *seulement* dans ces cas qu'on ne peut pas la former.

» Ainsi les conjuguées de

23467, 3589, 3456, 6789

sont

3478, 23578, 567, 45678;

mais aux partitions 4567, 5678 on ne peut pas former de conjuguées. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie*. Note de M. E. MERCADIER.

« En continuant mes études sur les effets, que j'appellerai dorénavant *thermophoniques*, produits par une radiation intermittente tombant sur une paroi noircie, renfermée dans un tube de verre dont l'une des extrémités est reliée à un cornet acoustique, j'ai obtenu des résultats nouveaux qui confirment mes précédentes conclusions et qui pourront être susceptibles d'applications scientifiques. J'indiquerai les deux principaux seulement.

» I. D'abord j'ai pu constituer des appareils qu'on peut appeler des *piles thermophoniques* ou des *thermomultiplicateurs phoniques*, par analogie avec les thermomultiplicateurs électriques, qui servent dans l'étude de la chaleur rayonnante.

» Pour cela, j'ai réduit le plus possible le diamètre des tubes récepteurs noircis intérieurement : j'ai pu ainsi obtenir des sons avec un bec de gaz et des tubes de $0^m,005$ et même de $0^m,003$ de diamètre intérieur seulement. J'appelle *élément de pile thermophonique* un pareil tube long de $0^m,05$ à $0^m,06$, contenant une étroite lame de clinquant ou de mica enfumé. A l'aide de tubes de raccordement en caoutchouc ou en métal, on peut réunir plusieurs de ces éléments de manière à former de véritables *piles thermophoniques*, dans lesquelles on disposera d'ailleurs les éléments *en série* ou *en surface*, comme dans les piles électriques ordinaires.

» Ces sortes de piles permettent de *multiplier* les effets thermophoniques.

En attendant que les appareils que je fais construire soient complètement terminés, je puis affirmer cette multiplication. Il suffit, par exemple, pour s'en convaincre, de disposer deux fils de platine suivant deux rayons et à $0^m,01$ de la roue qui produit les intermittences des radiations, et de placer de l'autre côté, en face, à la même distance, deux éléments thermophoniques reliés en série : si l'on fait rougir les fils à l'aide d'une pile ou d'un jet de gaz d'éclairage convenable, on entend des sons dont l'intensité varie du simple au quadruple certainement, suivant qu'on agit sur l'un des éléments seulement ou sur les deux. Dans ce dernier cas, j'ai pu entendre le son produit en plaçant l'oreille à $0^m,20$ du petit cornet acoustique qui le recueille.

» II. L'étude de ces sortes de piles thermophoniques m'a montré clairement que l'air de mes nouveaux tubes récepteurs vibrait longitudinalement.

» Dès lors, j'ai allongé les tubes et j'en ai fait de vrais *tuyaux thermosonores* d'une longueur quelconque, qui jouissent des mêmes propriétés que les tuyaux sonores ordinaires, la seule différence entre eux consistant dans le mode d'ébranlement de l'air ou du gaz intérieur : ici la radiation thermique intermittente produit le même effet que le courant d'air brisé sur l'embouchure dans les tuyaux ordinaires.

» A l'aide d'un piston mobile j'ai constaté l'existence des nœuds et des ventres de vibration.

» Il en résulte la possibilité de répéter avec ces tuyaux les expériences de Dulong relatives à la mesure de la vitesse du son dans l'air et les gaz.

» Je me suis déjà assuré sommairement de cette possibilité à l'aide d'un appareil grossièrement constitué, et je pense que des déterminations de ce genre pourront présenter une grande exactitude : 1° à cause de la facilité qu'il y a à enfermer dans ces tuyaux des gaz à une pression et à une température *constantes*, puisque ce n'est pas le courant de gaz lui-même qui produit l'ébranlement; 2° parce qu'il n'y a pas à l'orifice les perturbations qui existent dans les tuyaux ordinaires.

» Quoi qu'il en soit, je construis un appareil pour effectuer ces déterminations. »

PHYSIQUE. — *Application des franges de Talbot à la détermination des indices de réfraction des liquides.* Note de M. **Hurion**, présentée par M. Berthelot.

« Le phénomène des franges de Talbot a fourni à M. Mascart un moyen de déterminer avec précision les indices de réfraction des corps gazeux ([1]). J'ai essayé d'appliquer la même méthode à la détermination des indices de réfraction des liquides. Je me suis arrêté au dispositif expérimental suivant.

» La lumière, sortant d'un collimateur dont l'axe est horizontal, rencontre un premier prisme à réflexion totale, qui lui fait prendre une direction verticale. L'une des moitiés du faisceau lumineux subit alors deux réflexions totales, dans un même plan et sous un angle de 45°. Ces réflexions s'obtiennent à l'aide d'un parallélépipède de verre, dont les arêtes sont horizontales et qui a pour section droite un parallélogramme dont deux des angles sont égaux à 45°. Ce faisceau partiel se trouve ainsi dévié latéralement, tout en conservant sa direction verticale. Chaque faisceau partiel traverse l'un des compartiments d'une cuve munie d'une paroi médiane et dont le fond est constitué par une glace. Cette cuve contient le liquide soumis à l'expérience. Après avoir traversé la cuve, les faisceaux partiels sont ramenés au contact à l'aide d'un second parallélépipède, dont l'action s'exerce sur celui des faisceaux qui n'a pas été dévié. Un second prisme à réflexion totale ramène l'horizontalité du faisceau total. On interpose ensuite, sur le trajet de la lumière, une fente verticale et un prisme. En visant avec une lunette astronomique et réglant convenablement l'appareil, on voit un spectre sillonné de bandes noires d'interférence.

» On fait alors varier lentement le niveau du liquide dans l'un des compartiments de la cuve; cette variation s'obtient à l'aide d'un siphon, dont la grande branche se relève verticalement et communique avec un réservoir à air. Ce réservoir est formé par un flacon contenant un peu d'eau, qu'on peut faire écouler à l'aide d'un robinet.

» Par suite de l'écoulement de l'eau, l'air se raréfie : le niveau monte dans la branche verticale du siphon et baisse dans le compartiment correspondant de la cuve. En même temps, on voit les franges se déplacer dans le champ de la lunette d'observation. On peut compter le

([1]) *Comptes remdus*, t. LXXXVIII, p. 617, et *Annales de l'École Normale*, 2e série, t. VI, p. 9.

nombre f de franges qui ont passé quand le niveau s'est déplacé d'une quantité h dans le tube vertical. Ce déplacement h se mesure au cathétomètre. L'expérience indique que, conformément à la théorie, le rapport $\frac{f}{h}$ est constant. Dans une expérience faite sur l'eau et en visant la raie D, j'ai trouvé, comme valeur du rapport $\frac{f}{h}$, 2,035, h étant évalué en millimètres.

» Pour savoir quel est le rapport k entre la variation de niveau h dans le tube et la variation de niveau ε dans le compartiment de la cuve, on a muni ce compartiment d'un second siphon dont la grande branche, recourbée verticalement, s'ouvre dans l'atmosphère. Ce second siphon constitue, avec le compartiment de la cuve, un système de vases communicants. On fait alors varier d'une quantité notable la pression du réservoir à air et on mesure au cathétomètre la variation de niveau dans chaque siphon. Le rapport des deux nombres obtenus n'est autre que le nombre k. L'expérience m'a donné pour k la valeur 278.

» En se reportant à la théorie des phénomènes d'interférence, on voit que, si m désigne l'indice de réfraction du liquide étudié pour la lumière de longueur d'onde λ, on doit avoir

$$(m-1)2\varepsilon = f\lambda$$

ou

$$m-1 = \frac{f}{\varepsilon}\lambda = \frac{f}{h}\frac{h}{\varepsilon}\lambda = \frac{f}{h}k\lambda.$$

Prenons pour valeur de λ, correspondant à la raie D, $\lambda = 0^{mm},000589$; nous aurons

$$m-1 = 2,035 \times 278 \times 0,000589 = 0,3325,$$
$$m = 1,3325.$$

» On voit que la méthode permet d'obtenir avec exactitude l'indice de réfraction d'un liquide. Je me propose de l'appliquer à l'étude de la dispersion des liquides fort colorés. »

CHIMIE. — *Sur le déplacement de la soude du chlorure de sodium par l'hydrate de cuivre.* Note de M. D. Tommasi.

« L'hydrate de cuivre humide possède la singulière propriété de mettre en liberté une certaine quantité d'alcali, lorsqu'il est mis en présence de certaines solutions salines, telles que le chlorure de sodium, de potassium,

le bromure de potassium, le sulfate de soude, etc. Le déplacement de l'alcali par l'hydrate de cuivre a lieu même à une basse température (4° à 5°).

» Avec le chlorure de sodium chimiquement pur, par exemple, la réaction est pour ainsi dire instantanée; il suffit de mettre en contact une solution de chlorure de sodium à 10 pour 100, avec de l'hydrate de cuivre bien lavé et humide, pour que le liquide qui surnage acquière, en quelques minutes, une réaction franchement alcaline, qui devient plus manifeste par l'action du temps. Quant à l'hydrate de cuivre, il se transforme en une poudre d'un vert pâle, qui renferme du chlore. Le même fait s'observe si l'on ajoute quelques gouttes d'acide acétique à la solution de chlorure de sodium, de façon à la rendre légèrement acide. Une solution de chlorure de potassium chimiquement pur, mise en présence de l'hydrate de cuivre, donne des résultats identiques à ceux que donne le chlorure de sodium [1].

» J'ai cherché à déterminer quelle est la quantité de soude mise en liberté, dans la réaction de l'hydrate de cuivre sur le chlorure de sodium.

» *Expérience I.* — De l'hydrate de cuivre humide fut délayé dans une solution concentrée de chlorure de sodium. Après huit jours, on filtra, et l'on dosa la quantité de soude produite au moyen de l'acide sulfurique titré. La moyenne de quatre analyses a donné 0,096 pour 100 de NaHO [2].

» *Expérience II.* — Le chlorure de sodium, même très pur, ayant toujours une faible réaction alcaline, j'ai employé dans cette expérience une solution de chlorure de sodium renfermant la même quantité de chlorure que la solution précédente : seulement elle avait été neutralisée par quelques gouttes d'acide acétique faible. En opérant dans les mêmes conditions que dans l'expérience précédente, et après le même temps, j'ai trouvé comme moyenne de trois dosages 0,2772 pour 100 de NaHO.

» Enfin, en employant une solution de chlorure de sodium rendue légèrement acide par quelques gouttes d'acide acétique, la quantité de soude trouvée a été 0,01766 pour 100. D'après ces expériences, on serait porté à croire qu'une faible quantité d'acide acétique favoriserait le déplacement de la soude du chlorure de sodium par l'hydrate de cuivre, si cela est possible; mais cela n'est pas certain, attendu que la quantité d'hydrate de cuivre employée dans ces expériences n'était pas la même. De nouvelles expériences sont donc nécessaires pour établir ce fait.

---

(1) Il est inutile de dire que l'hydrate de cuivre employé n'avait aucune réaction alcaline. Délayé dans l'eau distillée et placé dans les mêmes conditions que celui qui était en contact avec le chlorure de sodium, il n'a pas communiqué à l'eau la moindre trace de réaction alcaline, même après dix jours de contact.

(2) Cette quantité de soude doit probablement représenter le coefficient de dissociation du chlorure de sodium dans l'eau.

» *Expérience III.* — De l'hydrate de cuivre humide fut délayé dans une solution à 10 pour 100 de chlorure de sodium. Après huit jours, on filtra, et dans le liquide filtré on ajouta une nouvelle portion d'hydrate de cuivre. Après huit jours on filtra de nouveau, et l'on dosa la quantité de soude produite. La moyenne de six analyses a donné 0,080 pour 100 de NaHO.

» En substituant, dans cette expérience, à la solution de chlorure de sodium, une solution à 10 pour 100 de chlorure de potassium, et en ne renouvelant pas l'hydrate de cuivre, j'ai trouvé, après seize jours de contact, comme moyenne de quatre dosages, 0,1410 pour 100 de KHO.

» J'ajouterai, en terminant, que le carbonate de cuivre humide possède aussi la propriété de déplacer l'alcali des chlorures alcalins. Après huit jours, la quantité de carbonate de soude formé en faisant réagir le carbonate de cuivre sur une solution concentrée de chlorure de sodium a été 0,240 pour 100 de CO^3Na [(moyenne de deux dosages (¹)]. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion de quelques alcools de la série allylique et des aldéhydes qui leur sont isomères.* Note de M. W. Louguinine, présentée par M. Berthelot.

« J'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Menschutkine, qui a mis à ma disposition le reste des substances préparées pour ses expériences sur l'éthérification étendue aux homologues supérieurs des alcools de la série allylique, continuer les recherches thermochimiques que j'ai entreprises il y a quelque temps sur les membres inférieurs de cette série.

» J'ai déterminé les chaleurs de combustion de :

» 1° L'allyldiméthylcarbinol de M. Zaitzeff $\left.\begin{matrix}(C^3H^5)\\(CH^3)^2\end{matrix}\right\rangle COH = C^6H^{12}O$, calculé suivant l'équation

$$C^6H^{12}O \text{ liquide} + 17O \text{ gaz} = 6H^2O \text{ liquide}.$$

L'expérience a donné pour 1^{gr} de substance brûlée,

$$\begin{array}{r} \text{cal} \\ 9134,64 \\ 9130,24 \\ 9156,05 \\ \hline \text{Moyenne} = 9140,31 \end{array}$$

et pour 1^{mol} en grammes 914031^{cal}.

(¹) Dans toutes ces expériences, la température de l'enceinte ne s'est jamais élevée au-dessus de 9°.

» 2° L'allyldipropylcarbinol $\begin{matrix}(C^3H^5)\\(C^3H^7)^2\end{matrix}\!\!>\!COH = C^{10}H^{20}O$. L'expérience a donné pour 1gr de substance brûlée

$$C^{10}H^{20}O \text{ liquide} + 29O \text{ gaz} = 10CO^2 \text{ gaz} + 10H^2O \text{ liquide}.$$

	9996,86 cal
	9918,68
	9890,79
Moyenne =	9935,44

et pour 1mol en grammes 1544993cal.

» Les nombres ainsi obtenus, joints à ceux que j'ai donnés dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 297), permettent d'établir d'une manière assez complète les chaleurs de combustion des alcools de la série allylique. En comparant les nombres obtenus, on trouve pour chaque CH^2 ajouté à l'alcool allylique une augmentation de 157478cal dans les chaleurs de combustion. Ce nombre, assez voisin de ceux trouvés pour d'autres séries homologues, nous permet de déterminer les chaleurs de combustion de toute la série des alcools allyliques, en supposant que les alcools isomères ont des chaleurs de combustion très rapprochées.

	Calcul.	Expérience.
C^3H^6O	442650 cal	»
C^4H^8O	600128	»
$C^5H^{10}O$	757606	753214 cal
$C^6H^{12}O$	915084	914031
$C^7H^{13}O$	1072562	»
$C^8H^{16}O$	1230040	»
$C^9H^{18}O$	1387518	»
$C^{10}H^{20}O$	1544990	1544993

» 3° Il était intéressant de déterminer la chaleur de combustion du *menthol*, isomère solide de l'allyldipropylcarbinol. La combustion de cette substance est assez difficile à exécuter d'une manière exacte.

$$C^{10}H^{20}O \text{ solide} + 29O \text{ gazeux} = 10CO^2 \text{ gazeux} + 10H^2O \text{ liquide}.$$

Les quantités de chaleur dégagées pour 1gr de substance brûlée sont

	9696,39 cal
	9637,70
	9676,66
	9685,65
Moyenne =	9674,1

et pour 1^{mol} en grammes $1\,509\,160^{cal}$, nombre différant d'à peu près 3 pour 100 de celui trouvé pour l'allyldipropylcarbinol liquide.

» 4° J'ai déterminé également la chaleur de combustion du diallylméthylcarbinol, alcool à quatre affinités non saturées, dans l'espoir de pouvoir plus tard étudier d'autres alcools de cette série.

$$\left.\begin{matrix}(C^3H^5)^2\\(CH^3)\end{matrix}\right\rangle COH = C^8H^{14}O \text{ liquide} + 22\,O \text{ gaz} = 8CO^2 \text{ gaz} + 7H^2O \text{ liquide}$$

donne, pour 1^{gr} de substance,

$$\begin{array}{rr} & \overset{cal}{9502{,}97} \\ & 9567{,}33 \\ \text{Moyenne} = & 9535{,}15 \end{array}$$

et pour 1^{mol} en grammes $1\,201\,429^{cal}$, nombre différant de celui qui correspond à l'alcool $C^8H^{16}O$ de la série allylique de $28\,611^{cal}$ en moins.

» 5° J'ai déterminé la chaleur de combustion de l'aldéhyde valérique, isomère avec l'éthylvinylcarbinol. Cet aldéhyde a été préparé avec l'alcool de fermentation. La quantité de chaleur, calculée suivant l'équation

$$\left.\begin{matrix}(CH^3)\\(CH^3)\end{matrix}\right\rangle CH - CH^2 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - H$$

$$= C^5H^{10}O \text{ liquide} + 14\,O \text{ gaz} = 5\,CO^2 \text{ gaz} + 5H^2O \text{ liquide},$$

a été trouvée pour 1^{gr} de substance brûlée

$$\begin{array}{rr} & \overset{cal}{8646{,}47} \\ & 8622{,}49 \\ & 8629{,}73 \\ \text{Moyenne} = & 8620{,}22 \end{array}$$

et pour 1^{mol} en grammes $742\,157^{cal}$, nombre inférieur de $11\,057^{cal}$ à celui trouvé pour l'éthylvinylcarbinol isomère.

» On observe une différence presque identique entre les chaleurs de combustion de l'alcool $C^7H^{14}O$ (nombre tiré de la Table donnée plus haut) et de l'œnanthol (9966^{cal}); pour les homologues inférieurs, les différences sont encore plus accentuées. D'après M. Berthelot, la chaleur de combustion de l'aldéhyde orthopropylique serait égale à $419\,400^{cal}$, nombre différant de celui que j'ai trouvé pour l'alcool allylique de $23\,250^{cal}$. Ces différences dans les chaleurs de combustion indiquent qu'il y a plus de chaleur dégagée

dans la formation des aldéhydes que dans celle des alcools allyliques qui leur sont isomères.

» Dans ce cas encore, à la différence de fonction chimique des substances isomères comparées correspond une différence dans leur chaleur de combustion. La chaleur de combustion de l'aldéhyde valérique, donnée plus haut, se rapproche beaucoup de celle que l'on obtiendrait en diminuant la chaleur de combustion de l'alcool correspondant de 54000^{cal}, comme M. Berthelot l'a indiqué pour l'aldéhyde propylique; on obtient ainsi 739923^{cal} au lieu de 742157^{cal} trouvées directement.

» La différence entre les chaleurs de combustion de l'œnanthol et de l'aldéhyde valérique est égale à 320439^{cal}, ce qui donne pour chaque CH^2 de cette série d'homologues 160229^{cal}, nombre fort voisin de celui qui a été trouvé pour d'autres séries d'homologues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de dédoublement des matières protéiques.* Note de M. A. **Bleunard**.

« J'ai montré, dans une Note précédente, que le brome agit comme un oxydant en présence de l'eau sur la glucoprotéine $C^6H^{12}Az^2O^4$, et que les produits de la réaction sont du sucre de gélatine d'une part et un corps de formule $C^4H^7AzO^3$ de l'autre. Mais je n'avais pas pu isoler ce dernier composé dans un état de pureté assez complet pour en faire l'étude. Voici comment il convient d'opérer pour l'obtenir facilement.

» La glucoprotéine, après avoir été saturée par le brome à une température qui ne doit pas dépasser 40°, est traitée par du carbonate d'argent, en quantité suffisante pour précipiter tout l'acide bromhydrique à l'état de bromure d'argent. Il est convenable de faire aussi cette précipitation à froid. Le liquide filtré est soumis à un courant d'hydrogène sulfuré, qui précipite l'excès d'argent combiné avec l'acide qu'il s'agit maintenant d'isoler du mélange. Pour y arriver, on évapore à siccité dans le vide le liquide filtré et on épuise le résidu par l'alcool absolu bouillant. On filtre et on évapore à siccité le liquide alcoolique. Le nouveau résidu est repris par l'alcool absolu froid, qui ne dissout que le corps acide et laisse du sucre de gélatine insoluble.

» Le liquide alcoolique, évaporé, laisse comme résidu une masse jaunâtre, amorphe, sirupeuse à 100°, et qui devient cassante et fort dure à la

température ordinaire. Cette masse, soumise à l'analyse, donne les nombres suivants :

		$C^4H^7AzO^3+\frac{1}{2}H^2O$.
C..................	38,5	38,09
H..................	6,5	6,35
Az..................	11,01	11,11

Ces nombres conduisent à la formule $C^4H^7AzO^3+\frac{1}{2}H^2O$.

Ce composé est extrêmement soluble dans l'eau, dans l'alcool, et sa réaction est acide aux papiers colorés.

» Nous avions émis l'opinion que la réaction du brome sur les glucoprotéines permet d'envisager celles-ci comme résultant de l'union des leucines avec les leucéines. Or M. Schützenberger a retiré, par l'action de l'hydrate de baryte sur la colle de poisson, une grande quantité d'un corps sirupeux dont la composition est $C^4H^7AzO^2+\frac{1}{2}H^2O$. J'ai pu également retirer le même corps de la corne de cerf. Il devenait intéressant de rechercher si ce composé, qui est une leucéine, donne également le composé $C^4H^7AzO^3+\frac{1}{2}H^2O$ par oxydation, au moyen du brome. J'ai constaté que cette leucéine absorbe le brome suivant les proportions indiquées par la réaction :

$$(C^4H^7AzO^2+\tfrac{1}{2}H^2O)+H^2O+2Br=2BrH+(C^4H^7AzO^3+\tfrac{1}{2}H^2O).$$

» La réaction du corps acide obtenu dans ces circonstances sur le carbonate de cuivre est la même que celle que je vais décrire, et qui a été produite avec l'acide retiré de la glucoprotéine. Mais, auparavant, qu'il me soit permis de faire remarquer que la présence constante de l'eau, dans la leucéine et dans la leucéine oxydée, peut faire considérer les glucoprotéines comme résultant de l'union d'une leucine et d'une leucéine, avec élimination d'eau. C'est une sorte d'éthérification. On a donc, par exemple,

$$C^6H^{12}Az^2O^4=C^2H^5AzO^2+(C^4H^7AzO^2,\tfrac{1}{2}H^2O)-\tfrac{1}{2}H^2O$$

ou

$$C^{12}H^{24}Az^4O^8=2(C^2H^5AzO^2)+C^8H^{16}Az^2O^5-H^2O.$$

Il conviendrait, dès lors, de doubler les équivalents des glucoprotéines et des leucéines, et de prendre pour elles les formules générales suivantes :

$$C^mH^{2m}Az^4O^8 \quad \text{et} \quad C^nH^{2n}Az^2O^5.$$

» En faisant bouillir une solution du corps $C^4H^7AzO^3+\frac{1}{2}H^2O$ avec du carbonate de cuivre hydraté, on obtient une liqueur d'un beau bleu,

qui, évaporée à siccité dans le vide, laisse comme résidu une poudre d'un bleu grisâtre. L'alcool sépare cette poudre en deux parties : l'une, soluble, laisse par évaporation une masse amorphe bleue; l'autre, insoluble, se présente après dessiccation comme une masse également amorphe et diversement colorée, avec des reflets rouges, bleus, violets, etc. L'analyse conduit à attribuer, à ces deux corps amorphes et fort avides d'eau, les compositions suivantes :

» 1° Pour le corps soluble dans l'alcool,

$$(C^4H^7AzO^3)^2 + CuO;$$

» 2° Pour le corps insoluble dans l'alcool,

$$C^4H^7AzO^3 + CuO.$$

» Les oxydes et les carbonates de plomb, de zinc, de mercure et d'argent se combinent également au composé $C^4H^7AzO^3 + \frac{1}{2}H^2O$. Les carbonates et les oxydes des métaux de la famille du fer ne se combinent pas, même à l'ébullition. L'étude de ces combinaisons métalliques sera d'ailleurs ultérieurement poursuivie ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un homologue synthétique de la pelletiérine.* Note de M. A. Étard, présentée par M. Cahours.

« L'hydrogène contenu dans le chlorhydrate d'ammoniaque se comporte comme un réducteur vis-à-vis de la glycérine, en éliminant les oxhydriles de celle-ci à l'état d'eau. Le produit résultant de cette réaction est un alcaloïde oxygéné renfermant C^6H^9AzO, correspondant, comme isomère, une des nombreuses hydroxypicolines que la théorie de la série pyridique fait prévoir, et que j'appellerai *hydroxypicoline* pour cette raison.

» On prépare l'hydroxypicoline en soumettant à la distillation la plus lente possible un mélange de 50gr de sel ammoniac et de 300gr de glycérine industrielle non desséchée. Le produit de la distillation, traité par de la soude concentrée, fournit 40gr d'une huile jaunâtre constituée par l'alcaloïde presque pur, qui, séparé à l'entonnoir ou, mieux, distillé dans la vapeur d'eau, transformé en chlorhydrate, filtré et régénéré par la potasse, bout, après fractionnement, à 155°.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

» L'équation suivante, qui rend compte de cette réaction,

$$2C^3H^8O^3 + AzH^4Cl = HCl + 5H^2O + C^6H^9AzO,$$

montre qu'il doit y avoir avantage à opérer dans un courant d'ammoniaque, afin de saturer HCl, mettre la base en liberté et reformer ainsi le chlorhydrate d'ammoniaque à mesure qu'il se détruit. De fait, l'expérience m'a montré que, dans ces conditions, les rendements étaient augmentés dans une certaine mesure. L'ammoniaque, réagissant seule sur la glycérine, ne m'a pas donné de cette base en quantité notable.

» L'hydroxypicoline est un liquide d'une densité de 1,008 à 13°, incolore, réfringent, doué d'une forte odeur pyridique et vireuse; sa saveur est âcre; elle bout à 155° sans décomposition et se dissout en toutes proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther. C'est une base forte, bleuissant le tournesol et répandant des fumées blanches en présence de l'acide chlorhydrique. La base libre, traitée par l'acide sulfurique et le bichromate de potassium, donne une matière verte par voie de réduction; les sels d'argent et surtout d'or sont également réduits.

» L'hydroxypicoline précipite un certain nombre de métaux, ainsi que les réactifs ordinaires des alcaloïdes pyridiques, tels que le tannin, l'eau iodée, l'eau bromée, le sublimé corrosif, le chlorure d'or et l'acide picrique; ces quatre derniers réactifs donnent des précipités solubles dans l'eau bouillante et cristallisables.

» Les chiffres obtenus à l'analyse sont les suivants :

	Expérience.		Théorie.
C..........	64,5	64,7	64,8
H..........	8,3	8,5	8,1

» Le chlorure de platine ne produit pas de précipité dans les solutions acides et concentrées d'hydroxypicoline; mais, au bout de deux ou trois jours, il se dépose des aiguilles jaunes renfermant 41 pour 100 de platine, ce qui s'accorde avec la formule $C^6H^9AzOHClPtCl^4$, d'où l'on déduit pour le platine le nombre 40,6. Les eaux mères de ce sel, ou le mélange récent de chlorhydrate d'alcaloïde et de chlorure de platine soumis à l'ébullition, donnent lieu à une réduction intense après laquelle il reste une poudre cristallisée microscopique d'un jaune verdâtre, complètement insoluble dans l'eau, correspondant, d'après deux dosages de platine qui m'ont donné comme moyenne le nombre 37,5, à la formule connue $(C^6H^7Az)^2PtCl^4$ du chloroplatinate de picoline modifié par l'eau. Le calcul donne 37,6.

» Le sel d'or cristallisé, séché à 100°, renferme 47,6 d'or, ce qui mène à la formule C^6H^9AzO, Au, Cl^3. Le calcul donne en effet 47,5. Il fond à 154°.

» Dans la distillation sèche de l'acroléine ammoniaque, la picoline résulterait, selon Claus, du dédoublement d'une base intermédiaire renfermant $C^6H^7Az + H^2O$; mais cette base, précipitable par le chlorure de platine et non volatile, ne présente aucune analogie avec l'alcaloïde que je décris; au contraire, les propriétés réductrices de l'hydroxypicoline, ses réactions et sa volatilité la rapprochent de la base $C^8H^{13}AzO$, obtenue par M. Wurtz dans la distillation de l'aldol ammoniaque et surtout de la base de même formule, bouillant à 185°, extraite par M. Tanret de l'écorce du grenadier et appelée par lui *pelletiérine*. L'hydroxypicoline est, d'après sa formule, le deuxième homologue inférieur de la pelletiérine.

» Oxydé par l'acide azotique étendu de son volume d'eau, l'alcaloïde dérivé de la glycérine fournit de la pyridine en petite quantité, en même temps que de fortes proportions d'acides carbonique et cyanhydrique.

» La potasse fondante l'altère lentement avec dégagement d'hydrogène. La formule développée qui, d'après ces réactions et le mode de préparation, représente le mieux l'hydroxypicoline, est la suivante :

$$C^5H^4Az \left\{ \begin{array}{l} C^2H^2, OH, \\ H^2. \end{array} \right.$$

» Je poursuis ces recherches, en examinant l'action d'autres sels ammoniacaux sur la glycérine. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une cause d'altération des toiles.* Note de M. Balland.

« Je dois à M. le Dr Tripier quelques documents laissés par son père, ancien pharmacien en chef de l'armée d'Afrique. Parmi ces documents, se trouve un Rapport qui n'a pas été livré à la publicité et qu'il me paraît intéressant de faire connaître, bien qu'il porte la date de 1847.

» L'Administration de la Guerre avait reçu à Alger, venant de France, six mille draps de lit en toile de chanvre, de couleur rouille très légèrement prononcée, mais ayant tous les caractères physiques d'un tissu bien fabriqué. Cette toile se conservait parfaitement tant qu'elle n'était pas mise

en service. A la première lessive, elle présentait des taches ombrées, qui résistaient au savonnage et disparaissaient en partie par le séchage au grand air. Pliée ensuite et abandonnée sur des rayons pendant un certain temps, elle se désagrégeait par places, dès qu'on voulait s'en servir.

» La résistance des effets confectionnés avec d'autre toile, et soumis en même temps à la même lessive, éloignait toute apparence d'une action érosive de la part du liquide lixiviel.

» M. Tripier reconnut que la toile en question devait son apprêt jaunâtre à la présence d'un oxyde de fer, obtenu probablement en passant à la chaux le tissu imprégné d'une solution étendue de sulfate de fer.

« La teinte noire, dit-il, remarquée à la sortie du cuvier, est due à du sulfure de fer produit par les sulfures alcalins contenus dans les soudes artificielles et la rouille fixée sur l'étoffe. Ce sulfure est passé, comme je l'ai observé, à l'état de sulfate au contact de l'air, par une sorte de combustion qui a dû intéresser la toile; de plus, l'affinité du tissu pour la base du nouveau sel élimine une partie de l'acide, qui réagit sur lui et le brûle. »

» Le conseil fut donné de laver de nouveau les draps après le séchage, et de les rincer dans de l'eau alcalisée.

» Depuis, on a constaté que les calicots teints ou imprimés en *rouille* ou *chamois*, à l'aide de sels de fer, se brûlaient parfois après un court usage. M. Kuhlmann, en 1859, a aussi rattaché ce fait à un phénomène de combustion lente : le peroxyde de fer déposé sur l'étoffe serait désoxygéné partiellement par les éléments du tissu et ramené à l'état de protoxyde. Ce protoxyde, absorbant peu à peu l'oxygène de l'air, redeviendrait peroxyde et céderait de nouveau son oxygène au tissu, pour repasser à l'état de protoxyde et reprendre à l'air une nouvelle dose d'oxygène. Ce double effet, se répétant sans cesse, amènerait rapidement l'altération du tissu. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la trichinose.* Note de M. J. Chatin.

« La forme larvaire de la trichine a toujours été caractérisée par une remarquable résistance vitale; les recherches anciennes concordant pleinement sur ce point, ce n'est pas sans quelque surprise que l'on a vu récemment soutenir la thèse inverse et accorder une innocuité complète aux viandes soumises aux pratiques usuelles de la salaison.

» Cette doctrine paraît malheureusement peu conforme à la réalité des

faits et se trouve d'ailleurs contredite par l'observation directe et par les résultats expérimentaux.

» Lorsqu'on examine les salaisons de provenance étrangère, dont l'importation a si considérablement augmenté dans ces dernières années, on est frappé de l'aspect tout spécial sous lequel se présentent les kystes à trichines. L'ensemble des caractères permet de penser que les Nématodes s'y trouvent à l'état absolu d'intégrité fonctionnelle, car on sait que leur passage de la vie latente à la mort s'exprime habituellement par d'importantes modifications dans la texture du kyste : la matière grasse s'accumule rapidement, puis des granulations calcaires apparaissent et ne tardent pas à se multiplier, effaçant tout vestige de la constitution originelle. Or, ceci ne s'observait aucunement dans les nombreux échantillons que j'ai pu étudier : les kystes étaient intacts, montrant à peine çà et là quelque vague tendance à la formation stéatogène, mais n'offrant aucune trace de crétification. Parfois même j'ai retrouvé, dans les masses musculaires, des trichines offrant encore la forme embryonnaire, particularité qui semble indiquer que l'helminthiasis et la dissémination des jeunes parasites avaient dû précéder de fort peu de temps le moment où le porc avait été abattu. Telles sont les notions fournies par l'examen micrographique, et l'on voit si elles sont favorables à la théorie qui refuse toute action nocive aux salaisons.

» Cependant de semblables preuves ne sauraient suffire; il convient, pour rendre la démonstration complète, de les corroborer par les résultats expérimentaux.

» La méthode généralement suivie dans ce cas ne laisse pas de soulever de sérieuses objections. On se borne à chauffer la viande trichinée à 40° ou 45°, puis on cherche à découvrir dans les larves enkystées quelques indices de mouvements. Si ces manifestations apparaissent, on admet que les trichines étaient vivantes; dans le cas contraire, on les considère comme mortes, et l'on regarde dès lors comme inoffensive la viande qui les renfermait. Cette dernière conclusion ne peut être acceptée sans réserve, l'action de la chaleur ne faisant intervenir qu'une des conditions réunies dans le milieu nécessaire au développement ultérieur de la larve. Pour apprécier la vitalité de celle-ci, il faut la transporter dans un organisme propre à assurer la réalisation de la forme parfaite. On juge alors de l'état et des effets de la trichine agame en suivant son développement et en observant la trichinose dans la plus redoutable de ses périodes, dans la phase intestinale. Cette phase revêt généralement un remarquable caractère de

gravité lorsqu'on fait usage de viandes semblables à celles que je viens de mentionner. Les faits suivants permettent d'ailleurs de s'en convaincre aisément.

» Des cobayes reçurent dans leur alimentation une faible quantité de porc salé, d'origine étrangère: les premiers jours se passèrent sans modification notable dans l'état général; vers le quatrième jour, la diarrhée commença et s'accentua rapidement; le huitième jour, l'un des animaux mourut; un autre succomba le quinzième jour.

» A l'autopsie, on trouva tous les signes d'une entérite aiguë; en outre, et l'importance de ce détail n'échappera à personne, l'intestin renfermait de nombreuses trichines adultes et sexuées, présentant tous les caractères distinctifs de l'espèce (1). Les femelles fécondées montraient, par transparence, les embryons normalement développés; ceux-ci se retrouvaient également dans les matières intestinales et dans les déjections. Chez le cobaye mort le quinzième jour, l'examen des muscles fit découvrir de jeunes trichines déjà parvenues dans le tissu contractile, mais non encore enkystées.

» Les résultats de l'observation et ceux de l'expérience conduisent donc à des conclusions identiques; aussi peut-on facilement apprécier la signification qu'il convient de leur attribuer. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'action physiologique de l'urée et des sels ammoniacaux.* Note de MM. **Ch. Richet** et **R. Moutard-Martin**, présentée par M. Vulpian.

« I. Ainsi que tous les auteurs qui se sont occupés de cette question, nous avons pu constater l'innocuité presque absolue de l'urée pure; des doses de 50^{gr}, injectées dans le sang, ne déterminent pas la mort immédiate d'un chien de moyenne taille (2).

(1) Les enseignements classiques de l'Helminthologie paraissent avoir été complètement méconnus dans la plupart des études récentes : tantôt on a confondu la trichine avec les filaires des Insectes, tantôt on a rapporté à cette espèce divers Strongyliens, etc. [Joannes Chatin, *Observations sur le Strongle paradoxal* (*Bulletin de la Société philomathique*, 1881)].

(2) Nous avons constaté dans un cas une persistance anormale des mouvements après la mort. Chez un chien chloralisé, mort par suite de la formation accidentelle d'un caillot dans le cœur, après injection de 120^{gr} d'urée, il y a eu, quoique le cœur eût été enlevé de la poitrine, des mouvements spontanés pendant cinquante-cinq minutes après la mort.

» II. Nous avons cherché à connaître le poids centésimal de l'urée contenue dans le sang, une demi-heure environ après injection intra-veineuse de quantités considérables d'urée. Quoique les procédés classiques employés par nous, pour le dosage de l'urée, dans le sang, ne nous aient donné que des résultats approximatifs, nous pouvons affirmer cependant que, presque aussitôt après l'injection d'urée, on ne retrouve dans le sang que la huitième partie environ de l'urée injectée. Il en est de même lorsqu'on a pris soin de faire la ligature des deux reins.

» Il faut admettre que l'urée injectée dans le sang passe aussitôt dans les tissus et les liquides de l'organisme. Ainsi il se fait une élimination notable de cette substance par l'estomac et l'intestin. Dans le liquide stomacal abondant, nous avons retrouvé 14^{gr} d'urée par litre; dans la salive, 5^{gr} d'urée, etc. Il n'est pas douteux que cette même exsudation d'urée n'ait lieu dans la lymphe, les muscles, les parenchymes.

» Nous avions déjà constaté le même phénomène d'exosmose après les injections de sucre.

» III. L'élimination d'urée par le rein se fait avec une grande lenteur, comme le démontrent les chiffres suivants (nos expériences ont été faites sur des chiens, tantôt chloralisés, tantôt curarisés, tantôt non intoxiqués) :

	Urée		Durée de l'élimination.
	injectée.	éliminée	
	gr	gr	h
Première expérience [1]............	100	30	4
Deuxième expérience..............	50	16	16
Troisième expérience..............	50	15	17
Quatrième expérience..............	160	17	5

» IV. Ce qu'il y a de remarquable, mais aussi de très difficile à expliquer, c'est que l'urée, en déterminant de la polyurie, diminue la proportion centésimale de l'urée contenue dans l'urine; de sorte que l'on arrive à ce résultat paradoxal que l'injection d'une solution concentrée d'urée augmente l'élimination d'eau plus encore que celle de l'urée. Nos expériences, sur ce point, sont très concordantes.

---

(1) Dans cette expérience, il y a eu injection de sucre, laquelle a déterminé de la polyurie et, par conséquent, élimination plus abondante d'urée.

		Quantité d'urine en dix minutes.	Urée par litre.	Urée totale.	Différence de la proportion d'urée par litre.
		cc	gr	gr	
Première expérience..	Avant l'injection.......	9,0	37,0	0,330	gr
	Après l'injection de 50gr.	51,4	26,0	1,340	—11,0
Deuxième expérience.	Avant l'injection.......	3,5	29,5	0,103	
	Après l'injection de 50gr.	50,0	22,0	1,100	— 7,5
Troisième expérience.	Avant l'injection.......	7,5	58,0	0,430	
	Après l'injection de 100gr.	142,0	24,3	3,450	—33,7
Quatrième expérience.	Avant l'injection.......	3,0	38,4	0,110	
	Après l'injection de 160gr.	40,0	32,5	1,300	— 5,9

» V. Si l'on injecte une quantité modérée (20gr par exemple) d'urée après avoir fait la ligature des uretères, les animaux ainsi opérés meurent beaucoup plus vite qu'après la néphrotomie pratiquée sans injection préalable. Ils périssent en seize, dix-huit, vingt heures, tandis qu'après la néphrotomie simple ils survivent généralement près de quarante-huit heures. Nous indiquons simplement ce fait sans en déduire aucune considération théorique sur le mécanisme de l'urémie. De même encore, après l'injection dans le sang d'une petite quantité de chlorhydrate d'ammoniaque, les chiens succombent très vite, si on a lié les deux reins, à la néphrotomie.

» VI. Nous avons aussi remarqué qu'on peut introduire sous la peau des doses relativement considérables de chlorhydrate d'ammoniaque sans déterminer la mort (1gr à un lapin, 8gr à un chien). Ce fait semblerait prouver que les sels ammoniacaux neutres, s'ils ne sont pas introduits directement dans le sang par injection veineuse, ne sont pas extrêmement toxiques, et qu'on ne peut, dans l'urémie, attribuer la mort à la non-élimination des sels ammoniacaux de l'urine.

» VII. La muqueuse stomacale des chiens morts ainsi d'urémie est très ammoniacale. Une petite portion de cette muqueuse mise au contact d'une solution d'urée pure la fait fermenter très activement, comme si elle contenait un ferment (soluble ou organisé). Nous reviendrons prochainement sur ce point (1). »

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la nature inflammatoire des lésions produites par le venin du serpent bothrops.* Note de MM. **Couty** et **de Lacerda**, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons eu l'honneur de communiquer dans deux Notes précédentes des faits qui nous avaient amenés à considérer le venin de serpent comme une substance capable de produire des inflammations. Après avoir vu ce liquide injecté dans le sang déterminer des congestions, des hémorrhagies viscérales et quelquefois des infiltrations cardio-pulmonaires plus durables, après avoir constaté que, mis en contact avec différents tissus, il les enflamme plus ou moins suivant leur nature, nous ne doutions pas d'avoir établi l'existence d'un nouvel agent phlogogène; cependant, avant de poser aucune conclusion, nous crûmes utile de répéter nos expériences sur d'autres animaux que le chien, et nous choisîmes d'abord le singe et la grenouille.

» L'introduction d'une très petite quantité de venin par une veine a déterminé sur des singes une mort rapide, précédée de convulsions ou d'autres troubles variables, et à l'autopsie nous avons trouvé des plaques hémorrhagiques multiples dans tous les viscères et dans des organes qui, comme la peau, les muscles, la muqueuse bucco-linguale ou la vessie, restent d'ordinaire intacts sur le chien.

» L'injection sous la peau ou dans les muscles de la moitié ou du quart du produit d'une morsûre a produit sur d'autres singes une mort moins rapide, avec refroidissement tardif et paralysie progressive. A l'autopsie, après une à quinze heures, il y avait une teinte rouge violacée, avec induration, infiltration ou épaississement de la peau, du tissu cellulaire et des muscles au niveau de l'injection, et ces lésions pouvaient s'étendre au loin : ainsi nous les avons vues, parties de la cuisse, gagner au bout de douze heures le thorax et le dos du même côté, l'aine opposée; ou bien encore, pénétrant en profondeur, elles envahissent le péritoine et les parties contiguës des intestins, du foie ou des reins; ou même enfin, par le diaphragme et la plèvre, elles atteignent le poumon correspondant, qui est rouge par places, congestionné et infiltré. L'extension des phénomènes inflammatoires est donc très rapide sur le singe, si bien que, dans nos expériences, ils ont toujours produit la mort avant d'arriver à la phase de suppuration; mais, comme sur le chien, le venin en contact avec un tissu

l'enflamme par contiguïté et tous les organes situés en dehors de la zone envahie restent intacts.

» Sur la grenouille, les troubles sont en apparence essentiellement différents ; l'injection de tout le produit d'une morsure par le bulbe aortique, si elle est faite avec précaution, pourra ne produire la mort qu'après plusieurs heures, et à l'autopsie les lésions visibles seront nulles ou bornées à un peu de congestion pulmonaire. Sur d'autres grenouilles, nous avons mis le cœur à nu, et, après l'avoir piqué légèrement, nous l'avons fait plonger dans du venin dilué très actif et nous avons vu ses battements persister sans troubles appréciables pendant vingt à cent minutes.

» Nous avons ensuite injecté, souvent par quantités énormes, du venin dans des tissus, sous la peau ou dans les muscles de la jambe. Presque toujours la mort s'est produite après deux à cinquante heures, précédée de paralysie des centres nerveux ou d'arrêt progressif du cœur, et, à l'autopsie, les muscles, au contact du venin, paraissaient normaux ou à peine rouges et ramollis superficiellement.

» D'autres fois, au troisième ou quatrième jour, nous avons sacrifié des grenouilles qui présentaient à peine un peu de gonflement et de paralysie du membre injecté, et nous avons constaté la même absence apparente de lésions. Dans deux cas seulement il s'est produit, au bout de plusieurs jours, un sphacèle du membre dont les parties osseuses seules persistaient.

» Cependant il était facile d'établir l'existence de ces lésions locales qui, à la vue, paraissaient presque toujours manquer : en employant l'électricité, nous avons vu que ces muscles de grenouille, en apparence intacts ou à peine ramollis, n'étaient plus contractiles, et cette perte de la contractilité, qui était complète dans les parties où le venin avait été injecté, s'étendait, par contiguïté et en s'atténuant, à des groupes musculaires souvent très éloignés.

» Il est donc bien évident que le venin de bothrops agit de la même façon sur le singe, le chien et la grenouille : il tue ces animaux par les centres nerveux ou par le cœur, s'il pénètre dans le sang ; il produit des lésions locales qui s'étendent, s'il est injecté dans un tissu. Seulement, la résistance au venin, considérable sur la grenouille, est très faible sur le singe. La dose mortelle pour un singe, si on la compare à celle qui est nécessaire pour une grenouille, est, eu égard au poids des animaux, dans le rapport de 1 à 1000 ; de plus, les lésions congestives et inflammatoires, très prononcées et rapides sur le singe et le chien, sont à peine visibles sur

la grenouille, ou s'y manifestent sous d'autres formes. Or tous ces faits permettent encore d'assimiler les lésions du venin aux inflammations, puisque l'on sait que la grenouille résiste à toutes les inflammations expérimentales, tandis que chez le singe, comme chez l'homme, le processus inflammatoire évolue avec activité.

» Nous avons fait sur des cobayes, des rats, des lapins, des pigeons, des poules, des tortues, des serpents, d'autres expériences dont les détails ne sauraient être ici rapportés; disons seulement que la sensibilité au venin et la forme des lésions constatées sur ces diverses espèces fournissent une série d'intermédiaires entre les phénomènes présentés par le singe et par la grenouille; notons aussi que souvent, sur les jeunes animaux, cobayes, rats ou pigeons, pour des doses moindres de venin, les lésions inflammatoires sont plus rapides et plus étendues.

» Tous ces faits doivent paraître suffisamment concordants. Le venin diffère des poisons par son défaut d'absorbabilité et par la variabilité des troubles et des lésions qu'il produit; il détermine des phénomènes assimilables à ceux des inflammations, autant tout au moins que l'expérimentation et la clinique peuvent être assimilées. La nature des troubles, celle des lésions et leur siège, les différences de forme et d'évolution de ces lésions suivant le tissu, l'espèce animale et même l'âge, tout se réunit pour nous forcer à conclure que le venin, ou du moins le venin du serpent bothrops, est un agent spécial pathogénique, qu'il faut classer à côté des virus et dans une catégorie différente, celle des agents inflammatoires. Nous chercherons bientôt à pousser plus loin l'analyse de ce mécanisme pathogénique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les altérations pulmonaires produites par le séjour prolongé dans les chambres d'épuration des usines à gaz.* Note de M. **Poincaré**. (Extrait par l'auteur.)

« Des animaux laissés en permanence, pendant huit mois, dans la salle d'épuration d'une usine à gaz, ont présenté, à l'autopsie, des altérations du tissu pulmonaire, consistant d'une part dans l'accumulation de cellules épithéliales dans quelques alvéoles très disséminées; d'autre part, et surtout, en une prodigieuse prolifération nucléaire dans le tissu conjonctif. Tantôt les noyaux forment des traînées diffuses plus ou moins larges et traduisant une véritable pneumonie interstitielle. Tantôt ils se tassent en petites masses globuleuses qui, par refoulement, se créent même de petites coques fibreuses

et qui, à l'examen microscopique, rappellent tout à fait la structure des granulations de la méningite granuleuse des enfants.

» Il reste à savoir si, après un séjour beaucoup plus prolongé encore dans les salles d'épuration, ces petites masses seraient susceptibles d'éprouver la dégénérescence caséeuse, ou de donner lieu à un travail de suppuration. C'est ce qui pourra être vérifié sur les animaux que je me propose de maintenir en expérience pendant une année encore. Mais, avant de connaître les dernières phases possibles du processus, il m'a semblé urgent de publier ces premiers résultats, qui sont de nature, je crois, à montrer qu'il n'est pas tout à fait sans danger de conduire dans les salles d'épuration les enfants atteints de coqueluche. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Rapport du cylindre-axe et des cellules nerveuses périphériques avec les organes des sens chez les Insectes.* Note de MM. **J. Künckel** et **J. Gazagnaire**, présentée par M. E. Blanchard.

« Leydig, le premier, nous a fait connaître, dans une série de Mémoires sur les Insectes et les Crustacés, des renflements nerveux qui se trouvent à la base de certains poils; il les considère comme des cellules ganglionnaires. Depuis, nombre d'auteurs se sont occupés des terminaisons nerveuses (Hicks, Landois, Grimm, Jobert, Grobben, Künckel, Graber, Hauser); MM. Landois, Jobert et Künckel ont constaté, à l'extrémité de ces renflements nerveux, la présence d'un filament qui est en rapport avec la base du poil. En acceptant l'opinion de Leydig sur la constitution des renflements, les auteurs ont émis des opinions divergentes sur la nature de ce filament : pour Landois, il est de nature nerveuse et dépend du renflement; pour Jobert et Künckel, le filament, de nature chitineuse, est une dépendance du poil. La diversité des opinions, le peu de précision des dessins donnés, les tendances des auteurs à rechercher de préférence la détermination physiologique des renflements, telles sont les raisons qui nous ont engagés à étudier de plus près la constitution anatomique des prétendus renflements ganglionnaires.

» Les Diptères se prêtent particulièrement à l'étude; ils nous ont permis d'établir que ces renflements présentent toujours la même structure histologique, qu'ils soient affectés à la sensibilité générale ou à la sensibilité spéciale. Par une de ses extrémités, le renflement est en rapport avec les dernières ramifications nerveuses, par l'autre, avec un poil propre-

ment dit, ou un poil transformé. La fibre nerveuse qui aborde le renflement est constituée par une enveloppe, le névrilème, avec cellules nucléées, et par une tige centrale, le cylindre-axe. Le renflement nerveux se compose d'une poche et d'un contenu. La poche n'est qu'une dilatation du névrilème qui, à la base du poil, se dilate en une petite coupe de forme variable dont les bords viennent s'unir avec les cellules de l'hypoderme autour du cadre chitineux qui supporte le poil. Le contenu est complexe, le cylindre-axe pénètre directement dans la poche, s'élargit insensiblement et se renfle en une cellule assez volumineuse, organe essentiel de la terminaison nerveuse; cette cellule fusiforme présente un noyau avec un nucléole arrondi plus réfringent; dépourvue de membrane, elle offre une constitution très finement granuleuse, identique à celle du cylindre-axe; son extrémité opposée s'effile et se continue en un petit bâtonnet très réfringent dont la terminaison arrondie s'engage dans la base de l'âme du poil. C'est ce bâtonnet, déjà vu par Landois, Jobert, Künckel qui reçoit, par l'intermédiaire du poil, les vibrations venues de l'extérieur. Cette cellule bipolaire est noyée dans une atmosphère de protoplasma contenu dans le renflement; dans ce protoplasma se montre aussi un nombre variable de grosses cellules nucléées, en général arrondies, mais qui affectent des formes variables suivant le degré de tassement. Quand le renflement présente son maximum de complication, le nombre de ces cellules peut s'élever à huit; ce chiffre est très rarement atteint; le volume du renflement se réduit d'autant plus que leur nombre est moindre; peu développé quand avec la cellule bipolaire il n'existe plus qu'une seule cellule, appliquée alors contre la paroi, il se trouve réduit au minimum lorsque cette cellule disparaît; il reste seulement la cellule bipolaire, affectant toujours les rapports mentionnés plus haut, qu'enveloppe le névrilème très légèrement renflé. La disparition du protoplasma accompagne la disparition des cellules du renflement.

» D'où proviennent ces cellules ? Le névrilème, enveloppe des nerfs, possède des cellules nucléées fixées contre ses parois; sur le parcours des nerfs, le névrilème présente des dilatations, surtout aux points où un certain nombre de cylindres-axes, dans les dernières ramifications, se détachent du tronc commun pour s'individualiser; dans ces dilatations on rencontre souvent une, deux, quelquefois trois de ces cellules. Ces faits nous autorisent à admettre que les cellules des renflements sont de même nature; du reste, elles se ressemblent et se comportent de même en présence des réactifs. Cette interprétation est d'autant plus admissible que, dans les renflements où, avec la cellule bipolaire, il n'existe qu'une cellule, cette cellule

se trouve appliquée contre l'une des parois du renflement, comme les cellules propres du névrilème enveloppant les cylindres-axes.

» Le bâtonnet nerveux de la cellule bipolaire en rapport avec la base du poil est facile à voir, mais le protoplasma et les cellules qui remplissent le renflement masquent en général la cellule bipolaire, véritable terminaison; de nombreuses et d'heureuses préparations sont nécessaires pour constater nettement les rapports; cela explique la divergence des opinions émises par les auteurs et les dénominations erronées et contradictoires assignées aux renflements nerveux.

» En résumé, chez les Insectes, tout renflement nerveux, qu'il soit affecté à la sensibilité générale ou à la sensibilité spéciale, consiste essentiellement en une cellule bipolaire, véritable terminaison nerveuse, en rapport d'une part avec le cylindre-axe de la fibre nerveuse, d'autre part avec un bâtonnet nerveux qui en est le prolongement; ce bâtonnet est coiffé d'un poil proprement dit ou d'un poil transformé. Tantôt cette cellule est entourée simplement par le névrilème, tantôt le névrilème se dilate plus ou moins en forme de sac, par l'accumulation dans son intérieur d'un nombre variable de cellules qui dépendent de lui. Une atmosphère de protoplasma complète alors l'organe récepteur des sensations. On ne saurait donc conserver aux terminaisons nerveuses les noms de *cellules ganglionnaires*, de *renflements ganglionnaires*, de *ganglions nerveux*, puisque la véritable terminaison est toujours une cellule bipolaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur le bourgeonnement du Pyrosome.* Note de M. L. **Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis longtemps Huxley a montré que les parties essentielles du parent prennent part directement, et chacune pour leur compte, à la formation du bourgeon, dans lequel elles sont reconnaissables dès le début.

» Du tube branchio-intestinal, de l'épiderme et de l'ovaire du parent naissent respectivement le tube branchio-intestinal, l'épiderme et l'ovaire du bourgeon.

» Kowalewsky, reprenant ces observations, les a étendues et confirmées. Seule l'origine des espaces péribranchiaux (*lateral atria* de Huxley, *perithoracalrohren* de Kowalewsky) restait inexpliquée. Après avoir cherché à les faire dériver du feuillet interne ou branchio-intestinal, ce dernier au-

teur déclare n'avoir pu y réussir, non plus qu'à déterminer le mode de formation du ganglion.

» En réalité, une coupe transversale, faite sur un bourgeon suffisamment jeune et convenablement préparé, montre que, entre l'enveloppe extérieure et le tube central prolongement de l'endostyle, se trouve un feuillet moyen continu méconnu par les précédents observateurs et dans l'épaisseur duquel se trouvent compris, à la fois, le tissu sexuel, le ganglion et les deux amas ovoïdes de cellules qui, à cette époque, représentent les parois des espaces péribranchiaux.

» Une coupe optique longitudinale d'un bourgeon bien disposé confirme cette donnée; elle montre, en effet, du côté neural du bourgeon, entre l'épiderme et le prolongement de l'endostyle, une couche de cellules qui se continue directement avec l'amas de tissu sexuel qui, depuis les observations de Huxley, est connu pour occuper le côté opposé.

» Enfin l'étude anatomique du parent rend compte de cette disposition des feuillets dans le bourgeon.

» D'après Huxley, le sac branchial est, sur les côtés, séparé de l'épiderme par la double paroi des *lateral atria*, tandis que sur la ligne médiane, du côté de l'endostyle comme du côté du ganglion, rien ne l'en sépare que la cavité des deux sinus sanguins.

» Cependant les choses ne sont pas aussi simples. Du côté du ganglion, il existe déjà entre la paroi branchiale et l'épiderme un tissu à mailles lâches qui, aussi bien que les deux glandes dorsales, fait évidemment partie du mésoderme. De même entre l'endostyle et l'enveloppe extérieure se trouve un tissu analogue dans les mailles duquel circule le sang et qui, surtout dans la partie postérieure, prend la forme d'une véritable lame séparant l'endostyle de l'épiderme et rattachée de chaque côté aux parois des espaces péribranchiaux.

» Ce tissu descend au-dessous du point où se forment les bourgeons et se continue avec l'amas des éléments sexuels aussi bien actuels que potentiels, pour me servir de l'expression de Huxley, qu'il contient dans son épaisseur.

» Par suite de cette disposition anatomique, il arrive nécessairement que l'endostyle, en se prolongeant pour prendre part au bourgeonnement et en venant s'appliquer contre l'épiderme, y applique en même temps la lame de mésoderme intercalée, qui prend alors une activité cellulaire nouvelle.

» La formation des espaces péribranchiaux, directement aux dépens du feuillet moyen, est un fait assez particulier, puisque, dans les Ascidies, on les a vus résulter d'une évagination du feuillet interne. Toutefois, ce fait, que dans leur épaisseur se développent des muscles et des canaux sanguins, semble indiquer déjà leur nature mésodermique.

» En résumé, dans le bourgeon, trois feuillets sont reconnaissables dès le début; tous trois dérivent de leurs représentants dans le parent; les éléments sexuels dans le parent sont compris dans le feuillet moyen, et la participation du tissu sexuel au bourgeonnement se trouve ramenée à la participation du feuillet qui le contient. »

PALÉONTOLOGIE. — *Ancienneté de l'*Elephas primigenius (*Blum.*) *dans le bassin sous-pyrénéen.* Note de M. A. CARAVEN-CACHIN, présentée par M. de Quatrefages.

« Il nous a paru intéressant de rechercher l'époque précise de l'arrivée de l'*Éléphant primitif* dans le bassin sous-pyrénéen et d'étudier le développement et l'extinction de ce grand Pachyderme, autour duquel se groupe la faune dite *quaternaire*, dans la vaste dépression qui occupe tout l'espace compris entre les Pyrénées, les Cévennes et les montagnes du centre de la France.

» Nous mettons sous les yeux de l'Académie un Tableau dans lequel nous indiquons les localités de notre pays où des os du Mammouth ont été trouvés; nous notons dans ce Tableau le niveau géologique des gisements. Des os de Mammouth ont été signalés dans le bassin de la Garonne, à Capers par M. Lartet, à Vieille-Toulouse et à Grenade par M. Noulet, à Agen par M. Bartayres; dans le bassin de l'Ariège, à Estanters, Venesque, Clermont, par M. Noulet; dans le bassin du Tresquel (Aude), à Castelnaudary par M. Dadun; dans le bassin du Tarn, à Carnabouc, par M. Noulet, à Gaillac, par nous et par M. Gleizes, à Rabastens, par M. A. Jaybert; dans le bassin de l'Agoût (Tarn), à Vielmur, Saint-Paul-Cap de Qong, Peyregous et Puylaurens, par nous, à Moulin-du-Pont, par M. E. Roux du Carla; dans le bassin du Lot, à la Livrade, par M. Bartayrès; dans le bassin de la Dordogne, à Bonsac, par Georges Cuvier; dans le bassin de la Baïse (Gers), à Gondrin, par M. l'abbé Goussard; dans le bassin du Gers, à Auch, Lectoure, Layrac, par M. l'abbé Dupuy, à Fleurance, par M. le Dr Garac.

» Ce Tableau nous prouve que les débris du Mammouth occupent, principalement dans les dépôts pléistocènes des vallées, un horizon intermédiaire entre les deux points extrêmes de la hauteur de leurs pentes; ainsi, ils manquent complètement dans les alluvions récentes, tandis qu'un seul gisement a montré les ossements de ce grand Pachyderme dans les couches les plus anciennement délaissées par les eaux. Ce qui revient à dire que sur vingt-trois gisements qui ont fourni, jusqu'à ce jour, les restes de l'Éléphant primitif dans le bassin sous-pyrénéen, vingt-deux ont été rencontrés dans les *dépôts et cailloux roulés des terrasses inférieures* et un seul, celui de Puylaurens (Tarn), dans les *dépôts et cailloux des terrasses supérieures*.

» Il résulte de ces observations que, dans la circonscription géographique qui nous occupe, l'Éléphant a apparu pour la première fois, dans nos contrées, après l'époque où s'est répandu en nappe presque horizontale sur les couches tertiaires ou d'âges différents le *diluvium des plateaux* ou le *pléistocène ancien*.

» Puis, le volume des eaux diminua, les rivières commencèrent à se former et affouillèrent le diluvium des plateaux. Ce fut là la deuxième phase du phénomène qui nous occupe, et sur les parties creusées ou affouillées se déposèrent, à plusieurs reprises, des cailloux roulés et des argiles. Ce sont les couches que nous désignerons sous le nom de *dépôt caillouteux des terrasses supérieures* [Puylaurens (Tarn)].

» Après un temps plus ou moins long, le volume des eaux diminua, peut-être brusquement, et une troisième phase diluvienne commença. C'est elle qui a formé les *dépôts caillouteux des terrasses inférieures*, dans lesquelles l'*Elephas primigenius* atteignit son maximum de développement.

» Enfin, ce Pachyderme s'éteignit au moment où de nouveaux affouillements allaient avoir lieu, où de nouvelles érosions se produisirent, où de nouveaux dépôts caillouteux se formèrent et où les vallées actuelles prirent leur dernière forme. Cette période, que nous appellerons celle des *cailloux roulés et alluvions des vallées*, constitue la quatrième phase diluvienne. »

M. **A. Verschaffel** adresse une Note relative à la forme sous laquelle on peut présenter le rapport du volume du composé à la somme des volumes des composants, dans les combinaisons gazeuses.

L'auteur fait observer que ce rapport peut toujours s'exprimer en disant

que « le volume du composé est égal au double du volume de celui des composants qui a le volume le plus petit ».

MM. Silva-Aranjo et Moncorvo adressent, par l'entremise de M. Gosselin, une Note relative à « l'électrolyse appliquée au traitement de l'éléphancie (éléphantiasis des Arabes) ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 février 1881.

Direction générale des douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1879. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Bibliothèque de l'Ecole des Hautes Etudes, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles; t. XXI. Paris, G. Masson, 1880; in-8°. (Deux exemplaires.)

La clef de la Science; par le Dr E.-C. Brewer. Sixième édition, revue par M. l'abbé Moigno. Paris, Renouard, 1881; 1 vol. in-12.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr Jaccoud. T. XXIX : POL-PRO. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents, 1881, janvier. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXVI, Ire Partie. Genève, Cherbulliez et H. Georg, 1880; in-4°.

De la syphilis des verriers. Hygiène et prophylaxie par la visite sanitaire; par le Dr Guinand. Paris, G. Masson, 1881; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Le bimétallisme à 15 ½ nécessaire pour le continent, pour les États-Unis, pour l'Angleterre; par H. CERNUSCHI. Paris, Guillaumin, 1881; in-8°.

Rôle de l'électricité dans l'économie animale, etc.; par le Dr CH. PIGEON (de la Nièvre). Chez l'auteur, à Fourchambault (Nièvre), 1880; br. in-8°.

Le Phylloxera reconnu comme étant l'effet et non la cause de la maladie de la vigne, etc.; par M. J. BAURAC. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1880; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Traitement des vignes phylloxérées par insufflation de vapeurs de sulfure de carbone. Procédé CH. BOURDON. Paris, 1881; in-8° (autographié). (Renvoi à la Commission.)

Traité de la culture de l'olivier et de la fabrication de l'huile d'olive; par A. HUBERT GOURRIER. Toulon, impr. Massone, 1881; br. in-12.

Les vignes du Soudan; par A. LAVALLÉE. Paris, Jules Tremblay, 1881; opuscule in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Communication sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims; par M. V. LEMOINE. Reims, impr. Matot-Braine, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. Alph.-Milne Edwards.)

Materiali per la Carta geologica della Svizzera. Vol. XVII : *Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi*. Siegazione del foglio XXIV Duf., colorito geologicamente da Spreafico, Negri e Stoppani, per TORQUATO TARAMELLI. *Appendice ed indice.* Berna, J. Dalp, 1880; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Osservazioni su alcune specie di funghi del Napoletano e descrizione di due nuove specie; pel Dott. O. COMES. Napoli, Rubertis, 1880; in-8°.

Die reflectorischen Beziehungen zwischen Lunge, Herz und Gefässen; von Dr J. SOMMERBRODT. Berlin, Hirschwald, 1881; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 FÉVRIER 1881.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral MOUCHEZ, directeur de l'Observatoire. *Observations* 1870. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Introduction à la méthode des quaternions; par C.-A. LAISANT. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Curabilité et traitement de la phthisie pulmonaire; par S. JACCOUD. Paris, Adr. Delahaye et E. Lecrosnier, 1881; in-8°.

Le monde physique; par A. GUILLEMIN. 4e série, livr. 31 à 40. Paris, Hachette, 1881; in-8°.

Bibliographie analytique des principaux phénomènes de la vision; par J.

PLATEAU. Deuxième supplément, comprenant les années 1878 et 1879. Bruxelles, impr. Hayez, 1880; in-4°.

Projet de règlement intérieur de la Société entomologique de France. Supplément au Bulletin des séances. Paris, typogr. Malteste, 1881; opuscule in-8°.

Revision of the atomic weight of aluminium; by J.-W. MALLET. Sans lieu ni date; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society.*)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1881.

Traité de Mécanique générale; par H. RESAL, Membre de l'Institut. T. VI. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

FERDINAND DE LESSEPS. *Lettres, journal et documents pour servir à l'histoire du canal de Suez* (1864 à 1869). Cinquième série. Paris, Didier et Cie, 1881; in-8°.

Géographie botanique. Influence du terrain sur la végétation; par CH. CONTEJEAN. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

La Bourboule actuelle; par le Dr A. NICOLAS. Paris, G. Masson, 1881; in-12.

Note sur l'extraction d'un calcul développé dans la cavité buccale, vers la base de la langue; par le Dr S.-PAUL FABRE. Paris, H. Lauwereyns, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Trois cas de pustule maligne opérée par le thermo-cautère; par le Dr P. FABRE. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Académie de Clermont. Rapport sur la Faculté des Sciences, lu à la rentrée solennelle des Facultés le 24 décembre 1880; par M. GRUEY. Clermont-Ferrand, typogr. Mont-Louis, 1881; br. in-8°.

Nouvelles remarques sur la nomenclature botanique; par le Dr SAINT-LAGER. Paris, J.-B. Baillière, 1881; br. in-8°.

L'année scientifique industrielle; par L. FIGUIER. 24e année (1880). Paris, Hachette et Cie, 1881; 1 vol. in-12.

Smithsonian Contributions to knowledge; vol. XXII. City of Washington, 1880; in-4°.

Smithsonian Miscellaneous collections; vol. XVI-XVII. Washington, 1880; 2 vol. in-8°.

Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution for the year 1878. Washington, 1879; in-8°.

Medico-chirurgical Transactions, published by the royal medical and chirurgical Society of London; second series, vol. LXIII. London, Longmans, Green, Reader and Dyer, 1880; in-8° relié.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague; 5ᵉ et 6ᵉ séries. Classe des Sciences, vol. I, n° 2; vol. XII, n° 6. Copenhague, 1880; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 février 1881).

Page 373, planète (144) VIBILIA, la date de la première observation est du 25 octobre.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les observations de contact faites pendant le passage de Vénus du 8 décembre* 1874; par **M. V. Puiseux.**

« L'Académie sait que les observations de contact, faites pendant le dernier passage de Vénus en un grand nombre de points du globe, n'ont pas donné pour la parallaxe solaire des valeurs aussi concordantes que le souhaiteraient les astronomes. Le phénomène du contact entre les disques de Vénus et du Soleil n'a pas en effet, dans la réalité, la simplicité géométrique qu'on lui avait d'abord supposée; il se compose d'une succession de phases qui paraissent d'autant plus difficiles à identifier dans des observations différentes que les lunettes employées sont plus dissemblables. Je suis loin de penser pour cela qu'il faille se décourager et renoncer à observer les contacts en 1882; mais l'examen attentif que j'ai fait des observations, soit françaises, soit anglaises, de 1874 m'a paru confirmer l'opinion qui a été, dès l'origine, celle de la Commission nommée par l'Académie, à savoir qu'il importait : 1° de munir les diverses stations de lunettes identiques autant que possible et pourvues de grands objectifs; 2° d'exercer les futurs observateurs, à l'aide d'appareils convenables, à apprécier de la même manière

les apparences que le contact devait leur offrir. Ces deux conditions paraissent avoir été plus particulièrement remplies dans les observations de M. Mouchez à Saint-Paul et de M. Fleuriais à Pékin; aussi la détermination de la parallaxe qui résulte de leur combinaison me semble mériter le plus de confiance parmi celles qu'on peut déduire des observations de contact faites en 1874. J'ai communiqué à l'Académie le résultat de cette combinaison dès le mois d'avril 1875 [1], et, si je ne lui ai pas soumis les nombres que j'ai calculés vers la même époque à l'aide des autres observations françaises, c'est que ces nouvelles déterminations me paraissaient moins sûres et qu'il me semblait bien difficile d'assigner les poids avec lesquels elles devaient concourir à la fixation d'un chiffre définitif.

» Aujourd'hui, cependant, que nous approchons de l'époque d'un nouveau passage, je crois à propos d'appeler l'attention sur les résultats de ces calculs. Mon intention n'est point d'entreprendre une discussion de l'ensemble des observations françaises pour en conclure une valeur probable de la parallaxe solaire; je veux seulement rapporter les nombres auxquels on parvient par les combinaisons diverses qu'on peut faire de ces observations et donner ainsi une idée de l'étendue des divergences qu'ils présentent; on appréciera d'autant mieux la nécessité des précautions à prendre pour rendre comparables les observations qui doivent se faire en 1882.

» Je rappelle d'abord que, d'après ma Note intitulée *Recueil de nombres pouvant servir à la discussion des observations du passage de Vénus en* 1874 [2], chaque observation de contact intérieur [3] donne lieu à une équation de la forme

$$S\,\delta\Pi + \cos\partial . \delta X + \sin\partial . \delta Y - \delta\rho + \delta\rho' + \frac{dD}{dt}(t_o - t_p - \delta L) = 0.$$

Dans cette équation, $\delta\Pi$ est la correction cherchée du nombre 8",86, adopté comme parallaxe provisoire du Soleil; δX et δY sont de petites quan-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 933. J'ai fait usage, dans ce premier calcul, des heures de contact que M. Fleuriais avait adressées provisoirement à l'Académie avant la réduction complète de ses observations; j'ai obtenu ainsi la valeur 8",88 pour la parallaxe solaire. En se servant des heures données par M. Fleuriais dans son Rapport définitif, on trouve 8",89.

(2) *Additions à la Connaissance des Temps* pour 1878.

(3) Il ne sera question, dans la présente Communication, que des contacts intérieurs (deuxième et troisième contacts); je laisserai de côté les contacts extérieurs (premier e quatrième contacts), dont l'observation est beaucoup plus incertaine.

tités inconnues dépendantes des erreurs des Tables du Soleil et de Vénus; $\delta\rho$ et $\delta\rho'$ sont les corrections également inconnues des demi-diamètres de ces deux astres; ces cinq quantités $\delta\Pi$, δX, δY, $\delta\rho$, $\delta\rho'$ sont exprimées en secondes d'arc. δL est la correction, exprimée en minutes de temps, de la longitude provisoire L, adoptée pour la station; t_p et t_o désignent, la minute étant toujours prise pour unité, l'heure calculée et l'heure observée du contact; ces deux heures sont rapportées au temps moyen de Paris et obtenues à l'aide de la longitude provisoire L; enfin les notations $\cos\partial$, $\sin\partial$, $\frac{dD}{dt}$, S désignent des coefficients dont les trois premiers dépendent de l'heure t_p, tandis que le quatrième dépend à la fois de cette heure t_p et de la situation géographique de la station. On trouve dans la Note déjà citée les valeurs de $\cos\partial$, $\sin\partial$, $\frac{dD}{dt}$ calculées de cinq en cinq minutes pour toute la durée du passage; j'y ai donné également, de cinq en cinq minutes, les valeurs de S pour les stations où le passage a pu être observé par des observateurs français.

» Le Tableau suivant donne, pour ces différentes stations, les longitudes provisoires L, les heures t_p des contacts, calculées avec ces longitudes provisoires, et enfin les longitudes L', déterminées ou adoptées par les observateurs dont les noms les accompagnent :

	L.	t_p. 2e contact.	3e contact.	L'.	Autorités.
	h m	h m	h m	h m	
Pékin..........	7.36,57	14.21,11	18.14,95	7.36,39	Fleuriais
Saint-Paul......	5. 0,93	14.35,47	18. 3,55	5. 0,76	Mouchez
Nagasaki.......	8.30,12	14.20,25	18.13,11	8.30,27	Tisserand
Saïgon.........	6.57,40	14.26,14	18.11,63	6.57,40	Hatt
Kobé..........	8.51,60	14.19,41	18.12,97	8.51,60	Delacroix
Nouméa........	10.56,46	14.22,51	18. 0,63	10.56,49	André

» Voici maintenant, pour les mêmes stations, l'heure observée h du contact en temps moyen du lieu (1) et l'heure de Paris, $t_o = h - L$, qui s'en déduit à l'aide de la longitude provisoire L. J'ai fait suivre de la lettre A les noms des observateurs pourvus de lunettes de 8 pouces et de la lettre B ceux des observateurs munis de lunettes de 6 pouces; je laisse de côté, dans le pré-

(1) Cette heure est tirée des Rapports adressés à l'Académie par les membres des expéditions placées sous son patronage.

sent travail, les observations de contact faites avec des objectifs de moins de 6 pouces de diamètre.

		Observateurs.	h.	t_0.	Numéros d'ordre.
			h m	h m	
Pékin	2e contact	Fleuriais A	21.59,93	14.23,36	1
		Bellanger B	21.59,82	14.23,25	2
	3e contact	Fleuriais A	1.50,21	18.13,64	3
		Bellanger B	1.50,28	18.13,71	4
Saint-Paul	2e contact	Mouchez A	19.39,05	14.38,12	5
		Turquet B	19.38,94	14.38,01	6
	3e contact	Mouchez A	23. 3,10	18. 2,17	7
		Turquet B	23. 3,13	18. 2,20	8
Nagasaki	2e contact	Janssen A	22.52,50	14.22,38	9
		Tisserand B	22.52,57	14.22,45	10
	3e contact	Janssen A	2.42,42	18.12,30	11
		Tisserand B	2.42,61	18.12,49	12
Saïgon (¹)	2e contact	Héraud B	21.25,82	14.28,42	14
	3e contact	Héraud B	1. 7,95	18.10,55	15
Kobé	2e contact	Delacroix B	23.13,41	14.21,81	15
	3e contact	Delacroix B	3. 3,22	18.11,62	16
Nouméa	2e contact	André B	1.21,46	14.25,00	17

» Si les longitudes L′ adoptées par les observateurs étaient absolument exactes, on aurait $\delta L = L' - L$; mais on ne peut pas compter qu'il en soit ainsi. Nous poserons donc $\delta L = L' - L + \delta L'$, $\delta L'$ étant la correction dont la longitude L′ peut elle-même avoir besoin, et, pour distinguer les valeurs de L′ relatives aux diverses stations, nous affecterons la lettre L′ de l'un des indices a, b, c, d, e, f, lesquels se rapporteront respectivement à Pékin, Saint-Paul, Nagasaki, Saïgon, Kobé, Nouméa. Alors les dix-sept observations que je viens de rapporter nous fourniront les équations suivantes, dans lesquelles $\delta\rho_1$ désigne, pour abréger, la différence $\delta\rho - \delta\rho'$:

Numéros d'ordre.

1...... $-0,970\,\delta\Pi + 0,700\,\delta X + 0,714\,\delta Y - \delta\rho_1 + 2,039\,\delta L'_a - 4,96 = 0$

2...... $-0,970\,\delta\Pi + 0,700\,\delta X + 0,714\,\delta Y - \delta\rho_1 + 2,039\,\delta L'_a - 4,73 = 0$

3...... $-1,970\,\delta\Pi - 0,276\,\delta X + 0,961\,\delta Y - \delta\rho_1 - 2,095\,\delta L'_a - 2,37 = 0$

4...... $-1,970\,\delta\Pi - 0,276\,\delta X + 0,961\,\delta Y - \delta\rho_1 - 2,095\,\delta L'_a - 2,22 = 0$

5...... $+2,203\,\delta\Pi + 0,660\,\delta X + 0,751\,\delta Y - \delta\rho_1 + 1,837\,\delta L'_b - 5,18 = 0$

6...... $+2,203\,\delta\Pi + 0,660\,\delta X + 0,751\,\delta Y - \delta\rho_1 + 1,837\,\delta L'_b - 4,98 = 0$

(¹) Dans les observations de M. Héraud, j'ai considéré comme instant du contact celui de l'apparition ou de la rupture du filet lumineux.

Numéros d'ordre.	
7......	$+0,649\,\delta\Pi - 0,233\,\delta X + 0,972\,\delta Y - \delta\rho_1 - 1,941\,\delta L'_b - 2,35 = 0$
8......	$+0,649\,\delta\Pi - 0,233\,\delta X + 0,972\,\delta Y - \delta\rho_1 - 1,941\,\delta L_b - 2,29 = 0$
9......	$-1,163\,\delta\Pi + 0,702\,\delta X + 0,712\,\delta Y - \delta\rho_1 + 2,051\,\delta L'_c - 4,06 = 0$
10......	$-1,163\,\delta\Pi + 0,702\,\delta X + 0,712\,\delta Y - \delta\rho_1 + 2,051\,\delta L'_c - 4,21 = 0$
11......	$-1,544\,\delta\Pi - 0,269\,\delta X + 0,963\,\delta Y - \delta\rho_1 - 2,071\,\delta L'_c - 1,99 = 0$
12......	$-1,544\,\delta\Pi - 0,269\,\delta X + 0,963\,\delta Y - \delta\rho_1 - 2,071\,\delta L'_c - 1,60 = 0$
13......	$+0,170\,\delta\Pi + 0,687\,\delta X + 0,727\,\delta Y - \delta\rho_1 + 1,970\,\delta L'_d - 4,49 = 0$
14......	$-1,186\,\delta\Pi - 0,264\,\delta X + 0,964\,\delta Y - \delta\rho_1 - 2,052\,\delta L'_d - 2,22 = 0$
15......	$-1,358\,\delta\Pi + 0,705\,\delta X + 0,709\,\delta Y - \delta\rho_1 + 2,062\,\delta L'_e - 4,95 = 0$
16......	$-1,514\,\delta\Pi - 0,269\,\delta X + 0,963\,\delta Y - \delta\rho_1 - 2,069\,\delta L'_e - 2,79 = 0$
17......	$-0,626\,\delta\Pi + 0,696\,\delta X + 0,718\,\delta Y - \delta\rho_1 + 2,020\,\delta L'_f - 4,97 = 0$

» Examinons maintenant les diverses combinaisons qu'on peut faire, soit par la méthode de Halley, soit par celle de Delisle, des observations auxquelles correspondent ces dix-sept équations.

» *Méthode de Halley*. — Elle consiste, comme on sait, à combiner les observations de deux stations éloignées l'une de l'autre et dans chacune desquelles on a pu observer l'entrée et la sortie de Vénus sur le disque du Soleil. Associons, par exemple, les observations de M. Fleuriais à Pékin (équations 1 et 3) et celles de M. Mouchez à Saint-Paul (équations 5 et 7). En ajoutant les équations 1 et 3, on élimine à peu près l'inconnue $\delta L'_a$ et on trouve

$$(1+3) \quad -2,940\,\delta\Pi + 0,424\,\delta X + 1,675\,\delta Y - 2\delta\rho_1 - 0,056\,\delta L'_a - 7,33 = 0.$$

En ajoutant les équations 5 et 7, ce qui élimine à peu près $\delta L'_b$, on obtient pareillement

$$(5+7) \quad +2,852\,\delta\Pi + 0,427\,\delta X + 1,723\,\delta Y - 2\delta\rho_1 - 0,104\,\delta L'_b - 7,53 = 0.$$

Si maintenant de $(5+7)$ on retranche $(1+3)$, il vient

$$+5,792\,\delta\Pi + 0,003\,\delta X + 0,048\,\delta Y - 0,056\,\delta L'_a - 0,104\,\delta L'_b - 0,20 = 0.$$

De là,

$$\delta\Pi = +0,03 - 0,0005\,\delta X - 0,0083\,\delta Y - 0,0097\,\delta L'_a + 0,0180\,\delta L'_b,$$

où l'on doit se rappeler que $\delta\Pi$, δX, δY désignent des secondes d'arc, $\delta L'_a$ et $\delta L'_b$ des minutes de temps. Si l'on admet qu'à raison de la petitesse de leurs coefficients les quatre termes inconnus du second membre sont

négligeables, on conclut de cette équation $\delta\Pi = +0'',03$ et par conséquent $\Pi = 8'',86 + 0'',03 = 8'',89$.

» Le Tableau suivant contient les valeurs de la parallaxe auxquelles on parvient par les diverses combinaisons de ce genre que fournissent les observations rapportées ci-dessus; la dernière colonne renferme, sous le titre *Facteur de la parallaxe,* le coefficient de $\delta\Pi$ dans l'équation d'où l'on tire cette inconnue. On a exclu du Tableau les combinaisons pour lesquelles ce facteur serait inférieur à 2.

Stations et observateurs.	Numéros des équations combinées.	Parallaxe conclue.	Facteur de la parallaxe.
Pékin (Fleuriais) et Saint-Paul (Mouchez)...	1, 3, 5, 7	8'',89	5,972
Pékin (Bellanger) et Saint-Paul (Turquet)..	2, 4, 6, 8	8,92	
Pékin (Fleuriais) et Saint-Paul (Turquet)..	1, 3, 6, 8	8,85	
Pékin (Bellanger) et Saint-Paul (Mouchez).	2, 4, 5, 7	8,96	
Nagasaki (Janssen) et Saint-Paul (Mouchez).	9, 11, 5, 7	9,13	5,559
Nagasaki (Tisserand) et Saint-Paul (Turquet).	10, 12, 6, 8	9,12	
Nagasaki (Janssen) et Saint-Paul (Turquet).	9, 11, 6, 8	9,08	
Nagasaki (Tisserand) et Saint-Paul (Mouchez).	10, 12, 5, 7	9,17	
Kobé (Delacroix) et Saint-Paul (Mouchez).	15, 16, 5, 7	8,82	5,724
Kobé (Delacroix) et Saint-Paul (Turquet).	15, 16, 6, 8	8,78	
Saïgon (Héraud) et Saint-Paul (Mouchez)..	13, 14, 5, 7	9,07	3,868
Saïgon (Héraud) et Saint-Paul (Turquet)..	13, 14, 6, 8	9,00	

» *Méthode de Delisle.* — Dans cette méthode, on combine les observations d'un contact de même nature faites dans deux localités éloignées l'une de l'autre; mais il est nécessaire que l'on connaisse avec précision les longitudes des deux stations ou au moins leur différence.

» Prenons, par exemple, les observations du deuxième contact faites à Pékin par M. Fleuriais et à Saint-Paul par M. Mouchez, observations auxquelles répondent les équations 1 et 5. En retranchant l'équation 1 de l'équation 5, on trouve

$$+3,173\,\delta\Pi - 0,040\,\delta X + 0,037\,\delta Y - 2,039\,\delta L'_a + 1,837\,\delta L'_b - 0,22 = 0,$$

d'où l'on tire une valeur de $\delta\Pi$ qu'on peut mettre sous la forme

$$\delta\Pi = +0,07 + 0,0126\,\delta X - 0,0117\,\delta Y + 0,0637\,\delta L'_a + 0,5789\,\delta(L'_a - L'_b).$$

» On voit par là qu'à une erreur de 1^s ou de $\frac{1^m}{60}$ sur la différence de longitude des deux stations il répond une erreur d'environ $0'',01$ sur la pa-

rallaxe. Or, il résulte du Rapport de M. Fleuriais que l'incertitude de la longitude de Pékin s'élève encore à plusieurs secondes de temps; on ne peut donc pas compter sur le chiffre des centièmes de seconde dans la valeur de $\delta\Pi$ ainsi déterminée, même en supposant parfaites les observations des contacts. Si toutefois on admet comme exact à 1^s près le nombre $7^h 36^m 23^s,28$, considéré par M. Fleuriais [1] comme la valeur la plus probable de la longitude de Pékin, et que de plus on regarde comme négligeables les termes en δX, δY et $\delta L'_a$ de la formule précédente, on en conclura $\delta\Pi = +0'',07$, et par conséquent $\Pi = 8'',93$.

» Les deux Tableaux qui suivent renferment les valeurs de la parallaxe résultant des diverses combinaisons soit des observations d'entrée, soit des observations de sortie rapportées plus haut. On a laissé de côté les combinaisons pour lesquelles le facteur de la parallaxe est inférieur à 2.

Observations d'entrée (deuxième contact).

Stations et observateurs.	Numéros des équations combinées.	Parallaxe conclue.	Facteur de la parallaxe.
Pékin (Fleuriais) et Saint-Paul (Mouchez)	1, 5	8'',93	3,173
Pékin (Bellanger) et Saint-Paul (Turquet)	2, 6	8,94	
Pékin (Fleuriais) et Saint-Paul (Turquet)	1, 6	8,87	
Pékin (Bellanger) et Saint-Paul (Mouchez)	2, 5	9,00	
Nagasaki (Janssen) et Saint-Paul (Mouchez)	9, 5	9,19	3,366
Nagasaki (Tisserand) et Saint-Paul (Turquet)	10, 6	9,09	
Nagasaki (Janssen) et Saint-Paul (Turquet)	9, 6	9,13	
Nagasaki (Tisserand) et Saint-Paul (Mouchez)	10, 5	9,15	
Saint-Paul (Mouchez) et Saïgon (Héraud)	5,13	9,20	2,033
Saint-Paul (Turquet) et Saïgon (Héraud)	6,13	9,10	
Saint-Paul (Mouchez) et Kobé (Delacroix)	5,15	8,92	3,561
Saint-Paul (Turquet) et Kobé (Delacroix)	6,15	8,87	
Saint-Paul (Mouchez) et Nouméa (André)	5,17	8,93	2,829
Saint-Paul (Turquet) et Nouméa (André)	6,17	8,86	

Observations d'entrée (troisième contact).

Stations et observateurs.	Numéros des équations combinées.	Parallaxe conclue.	Facteur de la parallaxe.
Pékin (Fleuriais) et Saint-Paul (Mouchez)	3, 7	8'',85	2,619
Pékin (Bellanger) et Saint-Paul (Turquet)	4, 8	8,89	
Pékin (Fleuriais) et Saint-Paul (Turquet)	3, 8	8,83	
Pékin (Bellanger) et Saint-Paul (Mouchez)	4, 7	8,91	

[1] Rapport sur la mission de Pékin, p. 162.

Stations et observateurs.	Numéros des équations combinées.	Parallaxe conclue.	Facteur de la parallaxe.
Nagasaki (Janssen) et Saint-Paul (Mouchez)......	11, 7	9,02	2,193
Nagasaki (Tisserand) et Saint-Paul (Turquet)......	12, 8	9,17	
Nagasaki (Janssen) et Saint-Paul (Turquet)......	11, 8	9,00	
Nagasaki (Tisserand) et Saint-Paul (Mouchez).....	12, 7	9,20	
Saint-Paul (Mouchez) et Kobé (Delacroix)........	7,16	8,66	2,163
Saint-Paul (Turquet) et Kobé (Delacroix)........	8,16	8,63	

» Les divers nombres rapportés dans cette Note me paraissent indiquer que, si l'on partage les observateurs en deux groupes, formés l'un de MM. Mouchez, Fleuriais, Bellanger, Turquet, Delacroix, André, et l'autre de MM. Janssen, Tisserand, Héraud, il y a, d'un groupe à l'autre, une différence marquée dans la manière d'estimer l'heure d'un contact. Je crois donc devoir insister de nouveau sur la nécessité, pour les observateurs, d'une sorte d'éducation commune qui les habitue à apprécier de la même façon des phénomènes de contact semblables, autant que possible, à ceux dont ils seront témoins dans le passage de Vénus sur le disque du Soleil.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de présenter à l'Académie les résultats auxquels m'a conduit le calcul des nombreuses mesures micrométriques effectuées en 1874 dans les deux stations de Saint-Paul et de Pékin. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les déplacements réciproques des hydracides.* Note de M. Berthelot.

« 1. L'action des hydracides sur les sels formés par les éléments halogènes est, en général, inverse de celle des éléments eux-mêmes. Ainsi l'acide iodhydrique déplace l'acide chlorhydrique, dans les chlorures métalliques, et l'acide bromhydrique, dans les bromures; l'acide bromhydrique déplace aussi l'acide chlorhydrique dans les chlorures.

» Ces déplacements, qui deviennent aisément complets dans un courant du gaz réagissant, sont l'une des conséquences les plus frappantes de la théorie thermique. En effet, depuis les éléments, la formation du système $HCl + AgI$ dégage $+13^{Cal},3$ de plus que celle du système réciproque $HI + AgCl$. De même, la formation du système $HCl + AgBr$ dégage $+7^{Cal},0$ de plus que celle du système réciproque $HBr + AgCl$; la formation du système $HBr + AgI$ dégage $+6^{Cal},3$ de plus que celle du système réciproque $HI + AgBr$.

» Les sels de mercure, de cuivre, de plomb, etc., donnent lieu à des remarques analogues.

» Cependant l'inégalité thermique pour les sels alcalins est bien moins notable, et parfois nulle.

» HCl + KI surpasse HI + KCl de $+3^{Cal},2$;

» HCl + KBr surpasse HBr + KCl de $+2^{Cal},9$;

» HCl + NaI surpasse HI + NaCl de $+1^{Cal},9$ seulement.

» Enfin HCl + NaBr et HBr + NaCl se forment en dégageant sensiblement la même quantité de chaleur. Dans les cas de cet ordre, il est clair qu'une faible différence dans les chaleurs spécifiques, ou peut-être même dans la constitution physique de deux corps également solides ou gazeux, suffira pour changer le signe thermique de la réaction avec la température.

» 2. *A fortiori*, le signe thermique de la réaction et, par suite, la nature même de la réaction pourront-ils être renversés par la formation des composés secondaires, hydrates et sels acides : composés dont l'état de dissociation propre limite d'ailleurs la formation, de façon à donner lieu à certains équilibres entre deux réactions opposées.

» C'est en effet ce que j'ai observé en faisant agir tour à tour chaque hydracide sur le sel alcalin antagoniste, en présence de l'eau, les produits étant séparés tantôt par évaporation, tantôt par précipitation. J'ai décrit ailleurs (¹) ces expériences, qui remontent à 1873, et j'ai montré que les deux hydracides, mis en présence à équivalents égaux, se partagent en effet le métal, quoique fort inégalement; l'acide iodhydrique l'emportant sur les deux autres, mais les déplacements inverses demeurant également possibles sous l'influence d'un excès convenable de l'un ou de l'autre des deux acides. Je me bornerai à renvoyer à ce travail et à l'explication que j'ai donnée des phénomènes, d'après la formation des hydrates acides et leur dissociation.

» 3. Aujourd'hui je puis invoquer en outre la formation des chlorhydrates de chlorures et des bromhydrates de bromures. Cette formation joue surtout un rôle essentiel dans les réactions des corps anhydres, que je vais étudier. L'influence de tels composés résulte de ce que la chaleur de formation de ces composés secondaires s'ajoute à celle de l'une des réactions principales, pour donner une somme thermique prépondérante, et par conséquent pour déterminer le sens de l'action chimique. Par exemple, j'ai montré que l'union du gaz bromhydrique avec le bromure de

---

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 544 et 546.

sodium dégage $+ 10^{Cal},8$; il résulte de là que la décomposition du chlorure de sodium sec par le gaz bromhydrique, décomposition dont l'effet thermique serait à peu près nul s'il ne se produisait aucune autre réaction, peut être déterminée par la chaleur de formation du composé secondaire précédent, le bromhydrate de bromure de sodium. Si ce composé était absolument stable et formé à équivalents égaux, le métal se partagerait également entre les deux éléments halogènes; car les deux réactions inverses

$$\left.\begin{array}{l} 2HBr + 2NaCl = NaBr, HBr + HCl + NaCl \\ 2HCl + 2NaBr = NaBr, HBr + HCl + NaCl \end{array}\right\} \text{dégageraient} \ldots\ldots + 10,8$$

Mais le bromhydrate de bromure de sodium est en réalité dissocié, c'est-à-dire qu'il subsiste seulement en présence d'un excès considérable de ses deux composants. En raison de cette circonstance, le déplacement de l'acide chlorhydrique par l'acide bromhydrique, aussi bien que l'action réciproque, seront limités : ils varieront avec les proportions relatives des composants, avec la pression, avec la température, en un mot avec les diverses conditions qui font varier la dissociation. Mais, si l'acide bromhydrique se renouvelle sans cesse, en entraînant l'acide chlorhydrique déplacé, il finira par produire une transformation totale; il en sera de même, en sens inverse, pour l'acide chlorhydrique.

» 4. En résumé, le partage du métal entre les deux hydracides est non seulement possible, mais même nécessaire, d'après les principes thermochimiques, soit en présence de l'eau, soit en son absence. J'ai rappelé plus haut les expériences qui prouvent qu'il en est réellement ainsi en présence de l'eau. Je vais en citer d'autres, faites avec les corps anhydres.

» 5. Quelques mots d'abord sur les procédés employés pour mesurer ces déplacements. Le dosage des deux éléments halogènes, chlore et brome, dans un mélange salin, ne peut pas être opéré directement, mais seulement par deux méthodes indirectes, savoir : 1° le changement de poids produit par la transformation totale du chlorure et du bromure mélangés, soit en chlorure (par le chlore gazeux), soit en bromure (par l'acide bromhydrique); 2° la comparaison entre le poids du mélange salin anhydre et le poids des sels d'argent fournis par précipitation. D'où résultent deux équations du premier degré à deux inconnues, faciles à résoudre. Comme contrôle, on ramène ces sels d'argent entièrement à l'état de chlorure, ou à l'état de bromure, par la méthode précédente.

» J'ai eu recours à ces deux méthodes. Elles s'appliquent fort bien aux réactions accomplies à la température ordinaire; mais en chauffant les

sels (¹) vers le rouge sombre, dans un courant d'hydracide gazeux, on rencontre diverses causes d'erreur qui semblent avoir passé inaperçues par de récents expérimentateurs.

» D'une part, le sel alcalin se volatilise sensiblement. Voici des chiffres :

» 2gr,584 de bromure de potassium, chauffés pendant un quart d'heure dans un creuset de platine, vers le rouge sombre, ont perdu 0gr,004.

» On a élevé un peu davantage la température : au bout de dix minutes, on a observé une nouvelle perte de 0gr,018. Il est facile d'apercevoir les vapeurs du sel, qui s'élèvent au-dessus de sa surface, lorsqu'on le fond dans un tube de verre.

» Cette volatilisation est plus marquée dans un courant d'hydracide. 1gr,040 de KBr ayant été chauffés au rouge sombre pendant un quart d'heure dans une nacelle, au sein d'un courant lent de HCl, il a été facile d'observer l'entraînement d'un sel halogène volatil, qui s'est déposé en partie dans les régions froides du tube; tandis qu'une autre portion était entraînée dans les tubes abducteurs, où l'on a recueilli une dose de sel capable de fournir 0gr,009 de sel d'argent, et cela sans préjudice de la fumée non condensée. Il résulte de là que le changement de poids d'un sel halogène chauffé au rouge sombre ne fournit pas une mesure certaine de la substitution réciproque des hydracides.

Une autre cause d'erreur résulte de l'attaque du verre par les hydracides gazeux (²). Le gaz chlorhydrique, traversant un tube de verre dur chauffé au rouge sombre, y forme à la fois des chlorures fixes et des chlorures volatils en partie décomposables par l'eau (aluminium? silicium?), qui se condensent dans les parties froides et dans les tubes abducteurs. Si le tube renferme une nacelle et des sels étrangers, ceux-ci absorbent une portion des chlorures volatils. En même temps, il se produit une dose d'eau équivalente à l'attaque du verre, eau qui intervient chimiquement pour son propre compte. Cette cause d'erreur est d'autant plus sensible que les expériences sont plus prolongées. Voici des chiffres à cet égard.

(¹) Contenus dans une nacelle de porcelaine, renfermée dans un tube de verre dur.

(²) Le chlore, le brome, l'iode attaquent également le verre au rouge sombre, avec formation de sels halogènes et de vapeur d'eau; cause d'erreur qui se manifeste lorsqu'on étudie la réaction de l'un de ces éléments sur les sels alcalins formés par un autre halogène. D'après les expériences et les pesées très précises que j'ai publiées sur ce dernier ordre de réactions (*Annales de Physique et de Chimie*, 5e série, t. XXII, p. 384), je ne pense pas que l'iode déplace aucunement le brome, ou le brome le chlore, si l'on se met à l'abri de cette cause d'erreur, souvent méconnue par les expérimentateurs.

» $0^{gr},7435$ de KBr, chauffés un quart d'heure dans un courant de HCl gazeux, se sont réduits à $0^{gr},724$; quelque portion du sel s'était volatilisée. S'il n'y avait pas eu de perte due à cette cause, la dose de bromure changé en chlorure serait égale à 6,9 centièmes. Le sel resté dans la nacelle a été changé en chlorobromure d'argent, soit 1,167, ou 157,0 centièmes du poids du sel primitif; chiffre presque identique au poids du bromure pur dérivé de ce sel. Mais, le chlorobromure ayant été traité par HBr concentré et celui-ci évaporé, de façon à tout ramener à l'état de bromure d'argent, le poids s'est élevé à 1,184; soit 159,3 centièmes du poids primitif, au lieu de 157,9. Il y avait donc eu gain d'éléments halogènes, fixés sur la portion restée dans la nacelle, malgré la perte par volatilité du sel lui-même, perte compensée et au delà par les chlorures formés aux dépens du verre.

» Donnons maintenant les résultats observés dans les expériences de déplacement.

» 6. *Bromure de sodium.* — Le sel a été traité par un courant de gaz HCl pendant un quart d'heure; on a déplacé ensuite ce gaz, et on a chauffé légèrement le sel, pour éliminer complètement l'hydracide.

» A froid, $1^{gr},004$ de sel se sont réduits à $0^{gr},950$. Un traitement par l'acide bromhydrique a ramené le poids à $1^{gr},010$ (ce léger excès 0,006 étant dû probablement à la présence d'une trace de chlorure dans le sel initial). D'après ces chiffres, il y a eu décomposition de 12,6 centièmes de bromure de sodium, dans les conditions de temps et de contact indiquées.

» Au rouge sombre, l'action va plus loin dans le même temps.

» $0^{gr},9905$ de NaBr se sont réduits à $0^{gr},8895$. Un traitement par HBr a ramené le poids à $0^{gr},988$. D'après ces chiffres, il y avait 23,6 centièmes de bromure de sodium décomposés.

» On voit que cette quantité varie avec les conditions, la température, la durée du courant gazeux, etc.

» La décomposition du bromure de sodium par l'acide chlorhydrique s'explique, ainsi qu'il a été dit, par la formation constatée d'un bromhydrate de bromure. *Elle est accompagnée par un dégagement de chaleur, aussi bien que la réaction inverse,* d'après les données expérimentales de ma Note précédente (ce Recueil, p. 440) : ce qui prouve que dans les deux cas il se forme un composé auxiliaire; car autrement le signe thermique ne pourrait demeurer le même. C'est l'état de dissociation de ce bromhydrate qui limite la réaction, à moins que l'hydracide éliminé ne soit continuellement entraîné.

» 7. *Bromure de potassium* (¹). — $0^{gr},7855$ de ce sel, traités à froid par HCl, etc., ont perdu seulement $0^{gr},004$, ce qui répond à 1,3 centième de bromure changé en chlorure.

» $0^{gr},7435$ au rouge sombre ont perdu $0^{gr},0195$; en partie par substitution, en partie par volatilisation (*voir* plus haut). Le résidu, changé en sel d'argent, a fourni $1^{gr},167$. Ce poids, rapporté à celui du sel primitif, aurait indiqué seulement 2,4 centièmes transformés; tandis que, si on le compare au poids du résidu fixe réellement changé en chlorobromure d'argent, on trouve 9 centièmes transformés. Mais ce chiffre n'est pas encore exact : en effet, les $1^{gr},167$ de sel d'argent, changés entièrement en bromure, ont produit $1^{gr},184$; c'est-à-dire qu'ils contenaient seulement 6 centièmes de chlorure. Cette divergence tient, comme il a été dit, à une surcharge due à des composés volatils que le gaz chlorhydrique a formés aux dépens du verre. Le résultat réel de la substitution doit être regardé comme compris entre 6 et 9 centièmes.

» Un autre essai, exécuté avec la même série de contrôles, a fourni des résultats analogues.

» Ainsi la substitution partielle de l'acide chlorhydrique à l'acide bromhydrique aux dépens du bromure de potassium est certaine; quoique moins avancée, dans les mêmes circonstances, qu'avec le bromure de sodium.

» 8. *Bromure d'argent.* — $1^{gr},0055$ traités à froid par HCl gazeux n'ont pas changé de poids; c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu d'action dans ces conditions.

» $1^{gr},0055$ chauffés au rouge sombre se sont réduits à $0^{gr},951$.

» Ce dernier sel, traité par une solution concentrée de HBr, etc., a reproduit $1^{gr},002$ de bromure d'argent ; ce qui fait une perte de $0^{gr},0035$; perte négligeable et attribuable à une substitution encore incomplète. Cette vérification prouve qu'il n'y avait pas eu de sel volatilisé.

» La proportion centésimale du bromure d'argent décomposé tout d'abord s'élevait à 23,1 centièmes. Cette proportion varie d'ailleurs avec les conditions de l'expérience.

» Le déplacement s'explique, comme il a été dit, par la formation d'un bromhydrate.

» 9. En résumé, les chlorures en général sont décomposés par l'acide bromhydrique, et cette décomposition est prépondérante, conformément à la valeur thermique de l'action principale.

(¹) 100 parties de ce sel ont fourni 158,1 AgBr. Théorie : 157,9.

» Mais les bromures peuvent aussi également être décomposés, quoique plus difficilement, par l'acide chlorhydrique. Cette action inverse, déjà signalée sur les sels d'argent par M. Hautefeuille, vers le rouge ([1]), et par moi-même, par voie humide (voir plus haut), a été aperçue de nouveau, dans ces derniers temps, par M. Potilizine; mais elle n'est nullement contraire aux principes thermochimiques. En effet, elle résulte de l'existence des composés secondaires, partiellement dissociés, lesquels interviennent avec leur chaleur de formation propre, et suivant la proportion limitée où ils existent.

» La théorie de ces actions réciproques et de ces équilibres est toujours la même. C'est précisément celle que j'ai développée en détail pour les déplacements réciproques, par voie sèche et par voie humide, tels que ceux de l'acide sulfurique opposé aux acides azotique ou chlorhydrique ([2]), circonstance dans laquelle le sel acide (bisulfate) se forme en grande quantité; tels que les acides gras opposés les uns aux autres ([3]), et même tels que l'acide chlorhydrique opposé à l'acide acétique ([4]), circonstance dans laquelle l'acétate acide ne se forme qu'en petite quantité relative, à cause de sa dissociation très avancée. Dans tous ces cas, nous avons affaire à une réaction principale, prévue tout d'abord par la théorie thermique, et à une perturbation, prévue également par la même théorie, dont elle est une conséquence non moins nécessaire, et dont elle fournit, dès lors, une confirmation plus complète. »

BOTANIQUE. — *Cellules spiralées de très grande longueur.* Note de M. A. Trécul.

« Dans ma dernière communication, à la page 322 de ce volume, j'ai décrit de grandes cellules spiralées, remplies de gaz, répandues isolément ou en fascicules dans le parenchyme des feuilles de certains *Crinum* (*C. americanum* L., *C. taitense* Red., *C. africanum* Hort. par.). La plus grande cellule indiquée dans cette communication avait 5^{mm} de longueur. Les mesures signalées avaient été prises par la simple dénudation des cellules spiralées à l'aide de coupes longitudinales de la feuille. Pensant qu'il devait

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. VII, p. 200.

([2]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 443, 586 à 591, 642 à 647.

([3]) Même Ouvrage, p. 610-618.

([4]) *Id.*, p. 598.

exister de ces cellules trachéennes encore plus grandes, j'employai la macération dans l'eau pour les isoler du parenchyme. J'en ai ainsi obtenu de dimensions beaucoup plus considérables. Je ne citerai que celles qui ont dépassé 5^{mm}. Les cellules spiralées de 5^{mm} et de 6^{mm} sont très nombreuses, et aussi celles de 7^{mm}, mais il y en a de beaucoup plus longues.

» Voici la série des chiffres que j'ai obtenus pour ces plus grandes cellules : $5^{mm},00$; $5^{mm},10$; $6^{mm},00$; $6^{mm},10$; $6^{mm},40$; $6^{mm},65$; $6^{mm},75$; $7^{mm},00$; $7^{mm},06$; $7^{mm},15$; $7^{mm},40$; $7^{mm},65$; $8^{mm},00$; $8^{mm},05$; $8^{mm},30$; $9^{mm},60$; $10^{mm},00$; $10^{mm},20$; $11^{mm},12$; $13^{mm},35$; $13^{mm},40$ (*Crinum americanum*).

» La cellule spiralée qui avait $13^{mm},40$ de longueur avait seulement $0^{mm},025$ dans sa plus grande largeur. La cellule de $10^{mm},20$ de longueur avait $0^{mm},03$ dans sa plus grande largeur et seulement $0^{mm},015$ dans son plus petit diamètre; sa surface était très inégale.

» Deux de ces cellules trachéennes étaient fourchues. Dans la première, la tige de la fourche avait seulement $0^{mm},35$ de longueur, et $0^{mm},04$ de largeur; l'une des branches mesurait $4^{mm},50$ de longueur et l'autre branche $5^{mm},05$; en sorte que l'envergure des deux branches mesurée de l'extrémité libre de l'une de ces branches à l'extrémité libre de l'autre donnait $9^{mm},55$ de longueur.

» La seconde cellule spiralée fourchue avait la tige de la fourche longue de $0^{mm},80$ et large de $0^{mm},04$; l'une des branches avait $5^{mm},50$ de longueur et $0^{mm},03$ dans sa plus grande largeur, puis $0^{mm},025$ de largeur sur d'autres parties; l'autre branche avait $6^{mm},37$ de longueur et $0^{mm},03$ dans sa plus grande largeur; ce qui donne pour l'envergure des deux branches $11^{mm},87$, auquel chiffre il convient d'ajouter la longueur de la tige qui était de $0^{mm},80$, comme je viens de le dire.

» J'ai pensé que les dimensions peu communes, extraordinaires même, de ces cellules spiralées méritaient d'être signalées à l'attention de l'Académie et à celle des botanistes ([1]). »

([1]) Il n'est pas sans intérêt de mentionner que les fibres du liber des faisceaux fibrovasculaires acquièrent aussi des longueurs assez grandes. J'ai trouvé de ces cellules libériennes ayant $4^{mm},45$; $4^{mm},50$; $4^{mm},70$; $5^{mm},00$; $6^{mm},25$; $6^{mm},45$; $6^{mm},80$ de longueur.

PHOTOGRAPHIE. — *Note sur la photographie de la lumière cendrée de la Lune;* par M. J. JANSSEN.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une photographie lunaire qui montre la partie de notre satellite éclairée par la lumière de la Terre.

» C'est avec le télescope de $0^{m},50$ de diamètre, à très court foyer, dont j'ai déjà entretenu l'Académie dans la Note sur les nébuleuses, que cette photographie a été obtenue. Une exposition de soixante secondes a suffi pour obtenir l'image en question. La Lune était alors âgée de trois jours.

» Bien que cette image soit faible, on peut néanmoins reconnaître, dans la partie de la Lune brillant seulement par la lumière *cendrée*, la configuration générale des *continents lunaires*.

» L'intérêt scientifique de cette application de la Photographie sera de permettre de prendre des mesures photométriques plus précises sur la lumière cendrée et d'étudier les phénomènes lumineux si intéressants qui se produisent dans la double réflexion de la lumière solaire sur les deux astres, suivant les diverses circonstances atmosphériques ou géographiques que la Terre peut présenter. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De la présence des trichines dans les viandes de porc d'importation américaine;* par M. BOULEY.

« L'opinion publique s'est beaucoup préoccupée, ces derniers jours, de la présence des trichines dans les viandes de porc qui nous sont expédiées d'Amérique. On a semblé croire que c'était là un fait nouveau qui constituait, pour la santé publique, un danger auquel elle n'avait pas encore été exposée. Il y a là une erreur que je crois utile de rectifier, pour qu'on se fasse des choses une idée plus juste et qu'on ne se laisse pas aller à des craintes exagérées.

» L'importation des viandes de porc d'Amérique date d'assez longues années déjà, ce qui veut dire qu'il y a déjà longtemps que nous sommes exposés à la trichinose par leur usage, car l'infection de ces viandes par ce parasite ne date pas du jour où sa présence y a été constatée par l'inspection, telle qu'elle se fait actuellement. Autrefois on ne le voyait pas, parce que les agents du service sanitaire d'inspection n'étaient que de simples praticiens de métier, qui ne se servaient que de leurs yeux pour juger des qualités des viandes. Mais actuellement que l'inspection est confiée à des

vétérinaires, initiés dans les Écoles à l'usage du microscope, ce qui était invisible pour les inspecteurs d'autrefois a pu être reconnu par ceux d'aujourd'hui, et c'est ainsi que la trichine a été signalée. Mais cela ne signifie pas qu'elle n'existe que d'aujourd'hui; elle existait avant sans que l'on s'en doutât.

» Cependant la trichinose est une maladie qu'on peut dire inconnue en France. Le seul fait constaté, il y a une douzaine d'années, à Crépy-en-Valois, provenait d'un porc d'origine française. D'où vient cette sorte d'immunité dont nous paraissons avoir le privilège? On peut dire, sans doute, qu'il en est de cette maladie sur l'homme comme de la trichine dans les viandes de porc, c'est-à-dire que jusqu'à présent elle a été méconnue et que notre immunité est plus apparente que réelle. Je ne crois pas cette interprétation admissible. Une maladie ne reste plus méconnue, d'ordinaire, quand une fois la possibilité de son existence a été démontrée par un observateur plus clairvoyant que les autres. Avant que Rayer eût mis en évidence que l'homme était susceptible de contracter la morve, par la transmission au cheval d'une maladie particulière dont il avait constaté l'existence et reconnu la nature sur un palefrenier couché dans une des salles de l'hôpital de la Charité, cette maladie passait sous les yeux des médecins sans que sa signification fût reconnue. Mais, après la démonstration de Rayer, tout le monde vit clair, et les cas de morve sur l'homme semblèrent se multiplier, non pas qu'ils fussent devenus, en réalité, plus nombreux, mais parce qu'on savait mieux voir. Il en eût été de même, à coup sûr, de la trichinose humaine, si elle existait réellement en France. Tous les médecins savent que dans un pays voisin, en Allemagne, elle apparaît fréquemment, sous la forme de petites épidémies locales; point de doute qu'ils n'y soient attentifs et qu'ils ne l'eussent reconnue, dans les hôpitaux particulièrement, où les autopsies permettent de compléter les observations.

» On peut donc inférer du silence des médecins français, à l'endroit de cette maladie, que nous en sommes exemptés. Pourquoi cela? Grâce, sans aucun doute, à nos habitudes culinaires. La trichine ne supportant pas une température supérieure à 70°, si la trichinose n'existe pas en France, cela doit dépendre de ce que la cuisson de la viande de porc y est assez complète pour éteindre la vitalité des trichines qui peuvent infester cette viande. D'où cette conclusion, que la trichinose ne constitue pas pour nous un danger aussi sérieux que dans les pays où l'on mange la viande de porc à l'état de crudité ou de cuisson incomplète. On peut même dire qu'il y a

des aliments dont l'usage est plus dangereux que celui des viandes de porc infestées de trichines : les moules, par exemple, qui causent des accidents si fréquents.

» Cependant l'opinion publique, fortement émue par l'annonce de l'existence des trichines dans les viandes de porc d'importation d'Amérique, a déterminé M. le Ministre de l'Agriculture à proposer au Président de la République de rendre un décret d'interdiction d'importation contre ces viandes, afin de donner le temps d'étudier la question de savoir s'il ne serait pas possible de les soumettre à une inspection qui donnât à l'hygiène publique une garantie suffisante. Cette étude pouvait être faite sur le stock de ces viandes actuellement en magasin au Havre. Fallait-il en prohiber l'usage, ou pouvait-on en autoriser la livraison à la consommation publique après qu'elles auraient été soumises à un examen sanitaire complet?

» M. le Ministre m'a donné la mission de me rendre au Havre pour voir s'il était possible d'y organiser un service sanitaire qui pût répondre à cette exigence. J'y suis allé lundi dernier, et j'ai cru pouvoir conclure, d'après ce que j'ai vu et d'après les renseignements que j'ai recueillis, qu'un service de cette nature pouvait être organisé d'une manière efficace, en imitant, pour la recherche des trichines dans les échantillons des viandes, ce que M. Pasteur avait fait dans le Gard pour la recherche, dans les œufs de vers à soie, des corpuscules dits de Cornalia, c'est-à-dire en initiant aux préparations microscopiques un nombre suffisant d'enfants et de jeunes filles, pour que, grâce à leur assistance, l'inspection des échantillons de viandes pût être faite par les agents du service sanitaire avec une célérité qui répondît aux exigences de la situation. Déjà un vétérinaire préposé à ce service, M. Lefebvre, avait pris l'initiative de se faire assister par de jeunes aides et donné ainsi la preuve de l'efficacité pratique de ce concours. Si l'expérience qui se fait au Havre démontre la possibilité d'une inspection sérieuse, il deviendra possible de concilier les intérêts de la santé et de la consommation publiques et de ne pas maintenir le décret de prohibition contre l'importation des viandes de porc de provenance américaine. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la présence de l'alcool dans le sol, dans les eaux, dans l'atmosphère.* Note de M. A. MÜNTZ, présentée par M. Hervé Mangon.

(Commissaires : MM. Boussingault, Berthelot, H. Mangon.)

« J'ai montré, dans un travail antérieur, qu'il était possible de déceler des quantités excessivement faibles d'alcool, au moyen de la réaction bien connue qui consiste à transformer ce corps en iodoforme. En concentrant, au moyen de la distillation fractionnée, l'alcool dans un petit volume d'eau, et s'aidant du microscope pour constater la présence de l'iodoforme, on a pu ainsi retrouver facilement $\frac{1}{3000000}$ d'alcool ajouté à de l'eau.

» Depuis mes premières recherches, en perfectionnant les procédés opératoires, j'ai réussi à reculer la limite de sensibilité de cette méthode et à retrouver, avec une grande netteté, l'alcool ajouté à l'eau dans des proportions même inférieures à $\frac{1}{10000000}$. Cette réaction peut donc se comparer aux plus délicates de la Chimie minérale. Son extrême sensibilité m'a engagé à appliquer ce procédé d'investigation à l'étude de la diffusion de l'alcool dans la nature.

» Les appareils dont je me sers, pour la concentration de l'alcool, sont identiques, sauf les dimensions, avec le serpentin ascendant que M. Schlœsing emploie pour le dosage de l'ammoniaque. Une boîte en fer étamé, de 20^{lit} de capacité, faisant office de ballon, est reliée avec un serpentin ascendant, formé par un tube de plomb large, ayant 10^{m} de longueur, et qui communique avec un réfrigérant. S'agit-il de rechercher l'alcool dans de l'eau, on en introduit 15^{lit} dans la boîte, on porte à l'ébullition et on distille lentement. On recueille 150^{cc} de liquide, qu'on soumet à un second fractionnement, dans un appareil analogue au premier, mais beaucoup plus petit ([1]). Dans ce second fractionnement, on ne recueille que 5^{cc} de liquide, dans lesquels se trouvent concentrées les parties les plus volatiles que contenaient les 15^{lit} d'eau employés. On les traite par l'iode et le carbonate de soude, à une température modérée.

([1]) Pour empêcher l'ammoniaque qui peut exister dans les matières examinées de se condenser dans les liquides distillés, il convient d'ajouter avant la distillation une petite quantité d'un acide minéral fixe.

» Au bout de vingt-quatre heures, on décante, au moyen d'une pipette, la plus grande partie de l'eau, en conservant dans le tube le dépôt qui s'est formé. Lorsque le liquide contient de l'alcool, ce dépôt, examiné au microscope, présente des amas d'étoiles à six branches, de formes élégantes et variées, ayant une grande analogie d'aspect avec les cristaux de neige. Plus les quantités d'alcool sont faibles, plus sont régulières, en général, les formes de ces étoiles ([1]).

» Depuis quatre ans, j'ai appliqué cette méthode de recherche aux eaux de rivière et de source, à l'eau de la mer, aux eaux de pluie et de neige. La constance et la netteté des résultats obtenus ne laissent aucun doute sur la présence, dans ces eaux, d'une substance neutre, plus volatile que l'eau et donnant de l'iodoforme. Des eaux de source très pures ont seules donné des résultats négatifs.

» Dans des recherches aussi délicates, la sensibilité même d'un procédé est un danger contre lequel il faut se prémunir, et l'on a dû multiplier les précautions pour se mettre à l'abri de toute cause d'erreur.

» Chaque recherche d'alcool était précédée d'une expérience à blanc, faite dans des conditions absolument identiques, mais avec de l'eau préalablement privée, par une longue ébullition, de ses parties les plus volatiles. Ces expériences à blanc ont montré invariablement que les appareils, le mode opératoire et les réactifs employés ne donnent jamais naissance à de l'iodoforme, et que, lorsqu'on obtient cette substance, c'est uniquement aux liquides examinés qu'il faut l'attribuer.

» L'alcool préexiste dans les eaux de pluie et de neige; en effet, si l'on se sert, pour la recueillir, de pluviomètres de très grande dimension, permettant d'obtenir, en quelques minutes, une quantité suffisante pour l'expérience et qu'on distille immédiatement, on constate qu'il se forme autant, sinon plus, d'iodoforme qu'avec l'eau de pluie conservée depuis quelques heures.

» Ce n'est pas seulement dans un centre populeux, comme Paris, que les eaux météoriques donnent de l'alcool : les expériences faites à la ferme de l'Institut agronomique, près de Joinville-le-Pont, ont donné les mêmes résultats.

» Il est impossible de doser l'alcool de ces eaux; cependant on peut dé-

---

([1]) Ces cristaux peuvent être reproduits par la Photographie. J'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie quelques épreuves obtenues avec des terres et des eaux, ainsi qu'avec des eaux pures auxquelles on a ajouté des quantités connues d'alcool.

terminer l'ordre de grandeur des quantités qui existent dans les milieux examinés, en opérant d'une manière identique, sur des eaux pures dans lesquelles on a introduit des quantités connues d'alcool. L'eau de Seine et l'eau de pluie, sur lesquelles ont surtout porté nos recherches, donnent des dépôts d'iodoforme, peu différents de ceux qu'on obtient en introduisant, dans 15^{lit} d'eau, $0^{\text{gr}},015$ d'alcool. C'est donc environ $\frac{1}{1000000}$ d'alcool que contiendraient les eaux pluviales et l'eau de Seine, soit 1^{gr} par mètre cube. La neige et les pluies froides paraissent en contenir des quantités un peu supérieures. La proportion d'alcool dans l'eau de mer est peu différente.

» Puisque l'alcool existe dans les pluies, il faut admettre sa présence, à l'état de vapeur, dans l'air, et il nous semble que ce corps doit constituer, au moins en partie, l'élément hydrocarboné que signalent, dans l'atmosphère, les recherches de de Saussure et de M. Boussingault.

» Cette diffusion de l'alcool dans la nature s'explique sans difficulté. La surface du globe et le sein des mers contiennent, en abondance, de la matière organique, qui se trouve incessamment en voie de décomposition. Les organismes multiples, qui travaillent à la destruction de la matière carbonée, remplissent des fonctions diverses; mais presque tous provoquent la formation de l'alcool, en plus ou moins grande quantité.

» M. Berthelot [1] a vu des substances très diverses donner naissance à de l'alcool, sous l'influence d'agents de fermentation variés. On peut donc admettre une production continue d'alcool, par la destruction de la matière organique. Si cette interprétation est vraie, on doit s'attendre à trouver, dans le sol, cet élément en notables proportions. L'expérience confirme pleinement cette manière de voir.

» Les terres pauvres donnent déjà la réaction de l'iodoforme, même lorsqu'on n'opère que sur 100^{gr} ou 200^{gr} de terre ; mais le terreau et, en général, les terres riches en matières organiques contiennent de grandes quantités d'alcool, à tel point qu'il est possible d'en extraire ce corps en nature et de vérifier ses propriétés essentielles.

» Il convient ici de répondre à une objection qui pourrait se produire. L'iodoforme s'obtient par des substances neutres, plus volatiles que l'eau, autres que l'alcool, telles que l'éther, l'alcool méthylique, etc. : le corps carboné volatil, que nous signalons dans l'atmosphère, dans les eaux, est-il forcément de l'alcool normal ?

» On peut répondre que, de tous ces corps, l'alcool éthylique est le seul

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. L, p. 322.

qui se forme, dans la nature, en grande quantité ; sa présence, en de notables proportions, s'explique donc bien plus aisément que celle des corps similaires. Mais la formation, bien constatée, de l'alcool dans le sol ne peut laisser subsister aucun doute.

» Ces recherches montrent donc que l'alcool se forme abondamment à la surface du globe, dans le sol et dans le sein des mers, par la décomposition de la matière organique et que, obéissant aux lois de la tension des vapeurs, il se répand dans l'atmosphère, d'où il est éliminé avec les eaux météoriques. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *H. Lefèvre*, portant pour titre « Des opérations du commerce. L'art de payer et de recevoir; le change et la banque »;

2° Un Ouvrage de M. *L. Lartet*, intitulé « Exploration géologique de la mer Morte, de la Palestine et de l'Idumée »;

3° Un travail de M. *A. Borius*, intitulé « Nouvelles recherches sur le climat du Sénégal ».

M. Despeyrous annonce à l'Académie qu'une statue doit être prochainement élevée à *Fermat*, dans sa ville natale, à Beaumont (Tarn-et-Garonne).

ASTRONOMIE. — *Observations des taches, des facules et des protubérances solaires, faites à l'observatoire du Collège romain pendant le dernier trimestre* 1880. Lettre du P. Tacchini à M. le Président.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats des observations solaires, faites pendant le dernier trimestre 1880. Le nombre des jours d'observation pour les taches et les facules s'élève à 65, distribués à peu près également dans chaque mois.

	1880.		
	Octobre.	Novembre.	Décembre.
Fréquence relative des taches........	19,65	11,90	10,27
Fréquence des jours sans taches......	0,00	0,15	0,00
Grandeur relative des taches.........	36,65	44,47	44,95
Grandeur relative des facules........	191,10	63,50	64,32

» Après l'accroissement rapide dans la fréquence des taches, observé en septembre, on voit qu'il s'est produit une diminution progressive pendant les derniers mois de l'année. Le maximum des facules, déjà bien marqué en septembre, s'est étendu au mois d'octobre. Comme dans les trimestres précédents, on peut distinguer les périodes secondaires de maxima et minima, qui sont comprises entre trois maxima et trois minima, séparées par intervalles correspondant à peu près à une demi-rotation solaire.

» En raison du mauvais temps, le nombre des jours d'observation a été réduit à 40 pour les protubérances solaires. En voici les résultats :

	1880. Octobre.	Novembre.	Décembre.
Nombre moyen de protubérances par jour....	8,7	5,9	7,8
Hauteur moyenne des protubérances........	41,2	46,6	45,8
Extension moyenne des protubérances......	1,86	2,24	2,00

» Les observations spectroscopiques, comparées à celles du trimestre précédent, montrent aussi une faible diminution d'activité solaire. Le minimum d'extension et de hauteur des protubérances correspond au mois d'octobre, comme le minimum de grandeur des taches. Quant à la distribution des protubérances, des facules et des taches solaires, les observations du dernier trimestre 1880 nous ont donné les résultats suivants :

Latitudes héliocentriques.	Nombre des protubérances.	Latitudes héliocentriques.	Nombre des facules.	Latitudes héliocentriques.	Nombre des groupes de taches.
90 + 70.....	1	90 + 70.....	1	90 + 70.....	0
70 + 50.....	44	70 + 50.....	2	70 + 50.....	0
50 + 30.....	38	50 + 30.....	16	50 + 30.....	0
30 + 10.....	57	30 + 10.....	93	30 + 10.....	25
10 + 0.....	9	10 + 0.....	19	10 + 0.....	2
0 — 10.....	7	0 — 10.....	9	0 — 10.....	3
10 — 30.....	31	10 — 30.....	89	10 — 30.....	18
30 — 50.....	60	30 — 50.....	18	30 — 50.....	2
50 — 70.....	49	50 — 70.....	1	50 — 70.....	0
70 — 90.....	1	70 — 90.....	0	70 — 90.....	0

» Pour les taches et les facules, le maximum de fréquence se présente dans les mêmes zones que dans le trimestre précédent, c'est-à-dire entre ± 10° ± 30°. Pour les protubérances, les deux maxima ne sont pas symétriques : en considérant les nombres relatifs aux zones de 10° en 10°, on rencontre un maximum, dans chaque hémisphère, entre 50° et 60°, et un

autre maximum secondaire entre 20° et 40°. Nous sommes donc encore assez loin du maximum d'activité solaire, car, pendant le maximum d'activité, le maximum des protubérances doit se transporter dans une zone équatoriale. »

M. Ch. Trépied adresse, par l'entremise de M. Mouchez, des « Observations de la Lune faites à l'Observatoire d'Alger pendant les mois d'octobre, novembre et décembre 1880 » :

« Ces observations sont régulièrement poursuivies dans le but de fournir aux voyageurs, aux hydrographes et aux marins les corrections de longitude qu'ils sont obligés de demander aux établissements fixes, à cause de l'imperfection des Tables lunaires. Les ascensions droites tabulaires ont été calculées au moyen des données de la *Connaissance des Temps* pour l'instant du passage du bord observable au méridien d'Alger. Dans un assez grand nombre de cas, le nombre des étoiles auxquelles sont rapportées les positions de la Lune a pu être notablement augmenté par l'emploi des éphémérides des étoiles de culmination lunaire que M. Lœwy publie tous les ans au nom du Bureau des Longitudes, et qui sont fondées sur les observations des officiers de marine détachés à l'Observatoire de Montsouris ([1]). »

Ascensions droites apparentes de la Lune et comparaison à l'éphéméride.

Date. 1880.	Observateur.	Bord.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite observée.	Ascension droite calculée.	Correct. de l'éphém.
			h m s	h m s	h m s	s
Oct. 13.	T	I	8.19.41,8	21.50.43,15	21.50.43,94	−0,79
14.	T	I	9. 7.37,8	22.42.43,65	22.42.44,64	−0,99
15.	T	I	9.54.18,4	23.33.28,47	23.33.29,19	−0,72
16.	T	I	10.40.37,6	0.23.51,83	0.23.52,69	−0,86
17.	T	I	11.27.22,0	1.14.40,46	1.14.41,33	−0,87
17.	T	II	11.29.32,0	1.16.50,82	1.16.51,93	−1,11
18.	T	I	12.15. 3,1	2. 6.25,92	2. 6.26,73	−0,81
18.	T	II	12.17.14,4	2. 8.37,55	2. 8.38,61	−1,06
21.	T	II	14.46. 2,0	4.49.39,29	4.49.40,08	−0,79
22.	T	II	15.37.53,1	5.43.35,17	5.43.36,06	−0,89
23.	T	II	16.24.44,3	6.36.30,99	6.36.31,80	−0,81
24.	R	II	17.12.10,1	7.28. 0,96	7.28. 1,70	−0,74
25.	R	II	17.58. 5,4	8.18. 0,60	8.18. 1,43	−0,83

([1]) M. Trépied a été assisté dans ce travail par M. Rambaud.

Date. 1880.	Observateur.	Bord.	Temps moyen d'Alger. h m s	Ascension droite observée. h m s	Ascension droite calculée. h m s	Correct. de l'éphém. s
Oct. 28.	R	II	20.11. 6,0	10.43.12,71	10.43.13,50	−0,79
Nov. 7.	T	I	4.31.19,9	19.40.17,69	19.40.18,87	−1,18
10.	T	I	7. 5.34,8	22.26 47,51	22.26.48,58	−1,07
13.	T	I	9.22.15,1	0.56.39,99	0.56.41,20	−1,21
14.	T	I	10. 9.51,9	1.47.21,16	1.47.21,26	−1,10
15.	T	I	10.57.45,5	2.39.19,18	2.39.20,15	−0,97
16.	T	I	11.46.55,0	3.32.33,33	3.32.34,53	−1,20
16.	T	II	11.49. 8,8	3.34.47,45	3.34.48,35	−0,90
18.	T	II	13.29.16,3	5.23. 4,56	5.23. 5,41	−0,85
19.	T	II	14.18.36,8	6.16.29,73	6.16.30,75	−0,92
Déc. 7.	T	I	5. 2.15,7	22. 9.35,22	22. 9.36,26	−1,04
8.	T	I	5.49.59,7	23. 1.23,67	23. 1.24,56	−0,89
9.	T	I	6.36. 6,2	23.51.34,25	23.51.35,13	−0,88
10.	T	I	7.21.41,3	0 41.13,41	0.41.14,13	−0,72
11.	T	I	8. 7.39,2	1.31.15,37	1.31.16,13	−0,76
12.	T	I	8.54.37,7	2.22.18,15	2.22.19,05	−0,90
14.	R	I	10.32.13,9	4. 8. 3,54	4. 8. 4,73	−1,19
19.	R	II	14.34.25,2	8.30.37,38	8.30.38,22	−0,84
20.	R	II	15.17.56,2	9.18.12,08	9.18.12,82	−0,74
22.	R	II	16.42.45,7	10.51. 8,71	10.51. 9,67	−0,96
23.	R	II	17.25.51,0	11.38.17,64	11.38.18,37	−0,73

M. Trépied adresse également des « Observations des phénomènes des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire d'Alger pendant les mois de novembre et de décembre 1880 » :

« Ces observations, trop nombreuses pour être insérées ici, ont été faites avec un télescope Foucault de $0^{m},33$ et un grossissement de 180 fois. L'instant de chaque phénomène a été observé à l'aide d'un chronomètre sidéral et transformé en temps moyen. A la suite du temps moyen de l'observation, une colonne spéciale contient l'heure moyenne calculée de l'éphéméride; cette éphéméride est la *Connaissance des Temps* pour les éclipses, le *Nautical Almanac* pour les occultations et les passages sur le disque. Suivant l'usage adopté par tous les observatoires, on n'a pas conclu la correction de l'éphéméride pour les occultations et les passages. La longitude de l'Observatoire d'Alger a été supposée de $2^{m},50$ Est et celle de Greenwich de $9^{m},21$ Ouest par rapport au méridien de Paris. »

M. **Mouchez**, en présentant à l'Académie les observations astronomiques précédentes, les premières qui aient été faites à l'Observatoire d'Alger, s'exprime comme il suit :

« Je crois devoir signaler à l'Académie l'importance de la transformation que subit actuellement l'Observatoire d'Alger, où l'on n'avait fait jusqu'ici qu'un peu de Météorologie. Son nouveau directeur, M. Trépied, membre adjoint du Bureau des Longitudes, qui vient de travailler très activement pendant cinq années consécutives à l'Observatoire de Montsouris, doit s'occuper principalement, à Alger, de l'observation de la Lune.

» Aucun observatoire d'Europe, sous le rapport de la beauté du climat, ne sera plus favorisé que celui d'Alger, et les séries régulières et ininterrompues qu'on pourra y faire des passages méridiens de la Lune auront une haute valeur pour le perfectionnement des tables et de la théorie si difficile de notre satellite, car, sous nos climats brumeux de Paris et de Greenwich, les observations de la Lune, malgré toute la vigilance qu'on y apporte, sont encore trop incomplètes. L'Observatoire d'Alger sera également doté un jour d'instruments d'Astronomie physique. La ville viendra sans doute en aide à l'État pour donner à cet établissement le personnel et le matériel nécessaires; les dépenses qu'on y fera seront d'ailleurs beaucoup plus profitables pour la Science que celles qu'on s'impose pour nos observatoires d'Europe, où l'on passe souvent des mois entiers de la mauvaise saison sans faire une seule bonne observation.

» On ne saurait donc trop se féliciter de la réorganisation de cet utile Observatoire, qui aurait dû être depuis longtemps un des mieux dotés de France. Il complètera, avec le magnifique établissement que fonde si généreusement à Nice M. Bischoffsheim, l'ensemble de nos observatoires nouvellement créés, qui nous placeront, au point de vue de l'étude de l'Astronomie, au rang des nations les plus favorisées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique d'une équation analogue à l'équation d'Euler.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 21 février 1881), j'ai cherché dans quel cas, $R(x)$ désignant un polynôme du cinquième degré, on pourrait trouver un polynôme du premier degré $f(x)$ tel que

l'équation

$$(1)\qquad \frac{f(x_1)\,dx_1}{\sqrt{R(x_1)}} + \frac{f(x_2)\,dx_2}{\sqrt{R(x_2)}} = 0$$

ait ses intégrales algébriques; nous avons supposé, ce qui ne restreint en rien la généralité du problème, que

$$R(x) = x(1-x)(1-k^2x)(1-\lambda^2x)(1-\mu^2x).$$

» Les périodes simultanées d'un système d'intégrales abéliennes normales étant [1]

$$\begin{matrix} 0, & 1, & G', & H, \\ 1, & 0, & H, & G, \end{matrix}$$

désignons par F_1, F_2 et F_3 les expressions des trois modules k^2, λ^2 et μ^2 par des fonctions uniformes de G, H et G', de telle sorte que

$$(2)\qquad k^2 = F_1(G, H, G'),\quad \lambda^2 = F_2(G, H, G'),\quad \mu^2 = F_3(G, H, G'),$$

ces fonctions n'étant d'ailleurs définies que si, g, h et g' désignant les coefficients de $\sqrt{-1}$ dans G, H et G', la forme quadratique (g, h, g') est définie et positive.

» Avec ces notations, la solution du problème proposé est la suivante : on doit donner à k^2, λ^2 et μ^2 des valeurs déterminées par les formules (2), G, H et G' étant liées par la relation

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &(nm'-mn') + (pm'-p'm)G' + (qm'-q'm+np'-n'p)H \\ &\qquad + (nq'-n'q)G + (qp'-pq')(H^2-GG') = 0, \end{aligned}\right.$$

m, n, p et q étant des entiers premiers entre eux ainsi que m', n', p' et q', et l'expression $pn'-p'n+qm'-q'm$ étant différente de zéro.

» Nous allons immédiatement transformer ce premier résultat. Rappelons d'abord que les fonctions F_1, F_2 et F_3 ne changent pas quand on remplace G, H, G' respectivement par

$$(\alpha)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{(db)_{01} + (db)_{31}G + 2(db)_{03}H + (db)_{02}G' + (db)_{23}(H^2-GG')}{(ab)_{01} + (ab)_{31}G + 2(ab)_{03}H + (ab)_{02}G' + (ab)_{23}(H^2-GG')}, \\ &\frac{(ad)_{01} + (ad)_{31}G + [(ad)_{03} + (ad)_{21}]H + (ad)_{02}G' + (ad)_{23}(H^2-GG')}{(ab)_{01} + (ab)_{31}G + 2(ab)_{03}H + (ab)_{02}G' + (ab)_{23}(H^2-GG')}, \\ &\frac{(ac)_{01} + (ac)_{31}G + 2(ac)_{03}H + (ac)_{02}G' + (ac)_{23}(H^2-GG')}{(ab)_{01} + (ab)_{31}G + 2(ab)_{03}H + (ab)_{02}G' + (ab)_{23}(H^2-GG')}, \end{aligned}\right.$$

---

(1) Dans la Note rappelée, j'avais pris le système de périodes normales

$$\left|\begin{matrix} 0 & 2\pi i & 2\alpha & 2\gamma \\ 2\pi i & 0 & 2\gamma & 2\beta \end{matrix}\right|;$$

les notations que j'emploie maintenant sont préférables pour la symétrie des calculs.

où l'on a posé, d'une manière générale,

$$(ad)_{ij} = a_i d_j - a_j d_i.$$

» Les a, b, c et d sont des entiers vérifiant les relations

$$(4)\quad \begin{cases} a_0 d_1 + b_0 c_1 - c_0 b_1 - d_0 a_1 = a_0 d_2 + b_0 c_2 - c_0 b_2 - d_0 a_2 = 0, \\ a_0 d_3 + b_0 c_3 - c_0 b_3 - d_0 a_3 = a_1 d_2 + b_1 c_2 - c_1 b_2 - d_1 a_2 = 1, \\ a_1 d_3 + b_1 c_3 - c_1 b_3 - d_1 a_3 = a_2 d_3 + b_2 c_3 - c_2 b_3 - d_2 a_3 = 0, \end{cases}$$

système qui a fait l'objet des recherches de M. Hermite au début de ses études sur la transformation des fonctions abéliennes (*Comptes rendus*, 1855).

» Ceci posé, je montre que, posant $a_0 = m'$, $a_1 = n'$, $a_2 = p'$, $a_3 = q'$, on peut trouver un système d'entiers (b, c, d) et un entier D, vérifiant les équations (4) et, de plus, les suivantes :

$$Dd_0 - b_0 = m, \quad Dd_1 - b_1 = n, \quad Dd_2 - b_2 = p, \quad Dd_3 - b_3 = q,$$

et l'on trouve

$$D = pn' - p'n + qm' - q'm.$$

» On voit qu'alors la relation (3) peut s'écrire

$$\frac{(ad)_{01} + (ad)_{31} G + [(ad)_{03} + (ad)_{21}] H + (ad)_{02} G' + (ad)_{23} (H^2 - GG')}{(ab)_{01} + (ab)_{31} G + [(ab)_{03} + (ab)_{21}] H + (ab)_{02} G' + (ab)_{23} (H^2 - GG')} = \frac{1}{D}.$$

» Si donc, dans les équations (2), nous remplaçons G, H et G' respectivement par les expressions (α), nous aurons, en désignant par u et v ce que deviennent G et G',

$$(5)\qquad k^2 = F_1\left(u, \frac{1}{D}, v\right), \quad \lambda^2 = F_2\left(u, \frac{1}{D}, v\right), \quad \mu^2 = F_3\left(u, \frac{1}{D}, v\right).$$

» On voit que k^2, λ^2 et μ^2 dépendent de deux quantités arbitraires u et v et d'un entier quelconque D : on doit nécessairement supposer que dans u et v le coefficient de i est positif.

» Telle est, sous sa forme la plus simple, la solution complète du problème proposé: k^2, λ^2 et μ^2 ayant des expressions de cette forme, on pourra trouver un polynôme du premier degré $f(x)$ tel que l'équation (1) ait ses intégrales algébriques. Il est même facile de voir que l'on pourra en trou-

ver deux. Soient, en effet, $P(x)$ et $Q(x)$ les intégrales normales ayant le système de périodes

$$\begin{matrix} 0, & 1, & v, & \frac{1}{D}, \\ 1, & 0, & \frac{1}{D}, & u, \end{matrix}$$

k^2, λ^2 et μ^2 ayant par conséquent les valeurs (5), chacune des intégrales $P(x)$ et $Q(x)$ n'a que deux périodes et, par suite, les équations

$$(6) \qquad P(x_1)+P(x_2)=0 \quad \text{et} \quad Q(x_1)+Q(x_2)=0$$

ont leurs intégrales algébriques.

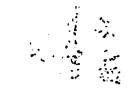
» On voit donc que, si une intégrale abélienne de première espèce relative à un polynôme $R(x)$ a seulement deux périodes, il y aura nécessairement une seconde intégrale jouissant de la même propriété.

» Je vais maintenant établir que l'intégrale algébrique de l'une ou l'autre des équations (6) est donnée par une équation algébrique de degré $2D$ entre x_1+x_2 et x_1x_2 (on peut toujours supposer D positif). J'envisage à cet effet le système

$$P(x_1)+P(x_2)=0,$$
$$Q(x_1)+Q(x_2)=z;$$

on reconnaît que les expressions x_1+x_2 et x_1x_2 sont des fonctions doublement périodiques de z aux périodes 1 et Du, et l'étude de leur expression, fournie par l'inversion des deux équations précédentes, conduit sans peine au résultat énoncé. Mais, à un degré donné d'une relation algébrique devant fournir une intégrale de l'équation (1) correspondra nécessairement une relation algébrique entre k, λ et μ, puisque toutes les opérations servant à trouver les divers coefficients sont évidemment algébriques. Nous arrivons donc à la proposition suivante : Pour une valeur fixe donnée à l'entier D, il existe entre les fonctions k^2, λ^2 et μ^2, définies par les équations (5), une relation algébrique.

» Je reviendrai, dans une autre occasion, sur ces sortes d'équations modulaires et sur les fonctions k^2, λ^2 et μ^2 qui peuvent s'exprimer par des fonctions rationnelles de fonctions d'une seule variable à arguments u et v. »



ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La formule d'interpolation de M. Hermite exprimée algébriquement.* Note de M. E. SCHERING. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Vous avez donné, dans votre Lettre adressée à Borchardt, datée du 5 juillet 1877 (BORCHARDT, *Journal*, Bd. 84, p. 70), l'expression d'une fonction algébrique, dont la valeur et celles de plusieurs de ses dérivées sont assignées. Cette expression contient une intégrale qui est aussi, en forme généralisée, appliquée par M. Mittag-Leffler dans son [Mémoire imprimé dans les *Acta Societatis Scientiarum fennicæ*, t. XI, p. 280. Pour obtenir une forme purement algébrique, j'applique des fonctions que l'on peut appeler *fonctions de contact d'une fonction donnée*. Soit $F(x)$ une fonction développable suivant les puissances descendantes et ascendantes de $x - a$ (ou de la valeur réciproque de x) pour des valeurs du module de $(x - a)$ (ou du module de la valeur réciproque de x) qui ne possèdent aucune limite inférieure assignable différente de zéro.

$$(1) \qquad F(x) = \sum_{\mu=-M}^{\mu=+N} A_\mu (x-a)^\mu \quad \text{ou} \quad F(x) = \sum_{\mu=-\mathfrak{m}}^{\mu=+\mathfrak{n}} B_\mu \left(\frac{1}{x}\right).$$

J'applique la désignation

$$(2) \quad \mathfrak{P}[F(x)|x-a|n] = \sum_{\mu=-M}^{\mu=\nu} A_\mu (x-a)^\mu, \quad \mathfrak{P}\left[F(x)\middle|\frac{1}{x}\middle|n\right] = \sum_{\mu=-\mathfrak{m}}^{\mu=\nu} B_\mu \left(\frac{1}{x}\right)^\mu,$$

où ν signifie la valeur la plus grande que l'exposant μ dans la série correspondante (1) peut recevoir sans surpasser la valeur de n. Par exemple, si les exposants μ sont des nombres entiers et si l'on a choisi n entier non inférieur à $-M$ (ou à $-\mathfrak{m}$), on aura $\nu = n$. Mais si n est moindre que $-M$ (ou que $-\mathfrak{m}$), la seconde partie de la première (ou de la seconde) équation (2) devient identiquement zéro.

» J'appelle cette fonction $\mathfrak{P}$ dans le n° (2) *la fonction de contact* pour la fonction $F(x)$ et plus précisément cette fonction de contact qui appartient à l'argument $x - a$ (ou à l'argument de la valeur réciproque de x), aux environs de la valeur $x = a$ (ou de la valeur $x = \infty$), et à l'ordre n. La fonction de contact $\mathfrak{P}$ conserve son sens pour chaque valeur de x, excepté, en quelque cas, pour $x = a$ (ou $x = \infty$) et pour $x = \infty$ (ou $x = 0$), pen-

dant que chacun des développements (1) peut n'être valable que sous des conditions bien plus restreintes.

» Le problème que je me propose de résoudre ici est le suivant : *Trouver une fonction* $F(x)$ *uniforme, qui soit développable en série de puissances de* $x - a_\sigma$ *pour* $\sigma = 1, 2, 3, \ldots, t$, *avec des exposants entiers croissants, et qui contienne dans chacune de ces séries les premiers termes donnés, savoir les termes*

$$(3) \qquad \sum_{\mu=-m_\sigma}^{\mu=+n_\sigma} A_{\sigma,\mu}(x - a_\sigma)^\mu \quad \text{pour} \quad \sigma = 1, 2, 3, \ldots, t,$$

où les $A_{\sigma,\mu}$ *soient des valeurs données arbitrairement, où les* $a_1, a_2, \ldots, a_t$ *soient des valeurs données différentes entre elles et où les* m_σ, n_σ *soient des nombres entiers donnés positifs ou négatifs ou zéro, soumis seulement à la condition que le nombre* $1 + n_\sigma + m_\sigma$ *des termes dans chacune des expressions* (3) *ne soit pas moindre que l'unité.*

» Pour la solution de ce problème, j'emploie les fonctions

$$(4) \qquad F_\sigma(x) = \sum_{\mu=-m_\sigma}^{\mu=+\infty} A_{\sigma,\mu}(x - a_\sigma)^\mu, \quad \sigma = 1, 2, 3, \ldots, t,$$

dans lesquelles les valeurs des constantes $A_{\sigma,\mu}$ pour $\mu > n_\sigma$ soient arbitraires, mais permettent la convergence de la série (4) pour des valeurs assez petites du module de $(x - a_\sigma)$. Ensuite je mets

$$(5) \qquad \Phi_\sigma(x) = \prod_{\rho=1}^{\rho=t} (x - a_\rho)^{1+n_\rho} \varphi_{\sigma,\rho}(x),$$

où les fonctions uniformes arbitraires $\varphi_{\sigma,\rho}(x)$ ne s'annulent pour aucune des valeurs $a_1, a_2, \ldots, a_n$ et soient développables suivant des puissances de chaque $(x - a_r)$ avec des exposants non négatifs, pour des valeurs assez petites du module de $(x - a_r)$. La forme générale de la fonction $F(x)$ à trouver est la suivante :

$$(6) \qquad F(x) = \sum_{\sigma=1}^{\sigma=t} \Phi_\sigma(x) \left\{ \mathfrak{P}\left[\frac{F_\sigma(x)}{\Phi_\sigma(x)} \,\middle|\, x - a_\sigma \,\middle|\, -1 \right] + \Psi_\sigma(x) \right\},$$

où les fonctions uniformes arbitraires $\Psi_\sigma(x)$ sont développables suivant les puissances de chaque $(x - a_r)$ avec des exposants non négatifs pour des valeurs assez petites du module de $(x - a_r)$.

» Si l'on met toutes les fonctions $\varphi_{\sigma,\rho}(x) = 1$, $\Psi_\sigma(x) = 0$, la fonction $F(x)$ de la solution (6) du problème deviendra la fonction algébrique la plus simple possible, c'est-à-dire la fonction rationnelle algébrique, dont le dénominateur possède le moindre degré, et, parmi les fonctions d'un tel dénominateur, elle sera celle dont le numérateur possédera le moindre degré.

» La solution du n° (6), pour ce cas, peut être regardée comme une application de la partition d'une fonction rationnelle en fractions partielles. En effet, si $R(x)$ est une fonction uniforme qui ne devient infinie que pour les pôles différents entre eux ∞, $a_1, a_2, \ldots, a_t$ et en nombre fini, la fonction $R(x)$ sera

$$R(x) = \mathfrak{P}\left[R(x)\left|\frac{1}{x}\right|0\right] + \sum_{s=1}^{s=t} \mathfrak{P}[R(x)|x - a_s| - 1].$$

» L'algorithme que l'on applique pour trouver cette fonction algébrique entière du plus haut degré, laquelle divise deux fonctions entières algébriques données $Q_1(x)$ et $Q_2(x)$, peut être représenté sous la forme

$$Q_{n-1}(x) = Q_n(x)\mathfrak{P}\left[\frac{Q_{n-1}(x)}{Q_n(x)}\left|\frac{1}{x}\right|0\right] + Q_{n-1}(x) \quad \text{pour} \quad n = 2, 3, 4, \ldots.$$

Un tel algorithme sert à la solution de l'équation

$$A(x)P(x) + B(x)Q(x) + A(x)B(x)S(x) = C(x),$$

où les $A(x)$, $B(x)$, $C(x)$ désignent des fonctions entières algébriques données et où les $P(x)$, $Q(x)$, $S(x)$ désignent les fonctions entières algébriques du moindre degré possible à chercher. Si les valeurs de x, qui annulent les deux fonctions $A(x)$ et $B(x)$ sont données, la solution de la dernière équation peut être représentée sous la forme suivante : désignant par $D(x)$ la fonction entière du plus haut degré, qui divise la fonction $A(x)$ et la fonction $B(x)$, désignant de plus par $a_1, a_2, \ldots, a_\alpha$ les valeurs différentes entre elles qui annulent le quotient de la fonction $A(x)$ divisée par $D(x)$, désignant enfin par $b_1, b_2, \ldots, b_\beta$ les valeurs différentes entre elles qui annulent le quotient de la fonction $B(x)$ divisée par $D(x)$, on aura

$$S = \mathfrak{P}\left(\frac{C}{AB}\left|\frac{1}{x}\right|0\right),$$

$$Q = \frac{A}{D}\sum_{r=1}^{r=\alpha} \mathfrak{P}\left(\frac{CD}{AB}|x - a_r| - 1\right), \quad P = \frac{B}{D}\sum_{s=1}^{s=\beta} \mathfrak{P}\left(\frac{CD}{AB}|x - b_s| - 1\right),$$

où, pour les fonctions A, B, C, D, P, Q, S, la variable x est omise pour abréger.

» Mes recherches sur la théorie ouverte par M. Weierstrass dans son Mémoire (dont la traduction faite par M. Picard se trouve dans les *Annales de l'École Normale supérieure*, IIe série, t. VIII, p. 111) *Sur les fonctions analytiques uniformes*, et poursuivie par M. Mittag-Leffler dans la Lettre qu'il vous a adressée (imprimée dans le *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, 1879, IIe série, t. III), m'ont donné bien des fois l'occasion d'appliquer les fonctions de contact. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une raison générale, propre à justifier synthétiquement l'emploi des divers développements de fonctions arbitraires usités en Physique mathématique.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« On sait dans quel but important les géomètres qui s'occupent de Physique mathématique se proposent de partager une fonction arbitraire, f, d'une ou de plusieurs coordonnées x, y, z, donnée entre certaines limites, en une infinité de termes dont la forme est déterminée par la nature de la question, termes qui varient d'autant plus vite avec x, y, z qu'on les prend plus éloignés dans la série, et dont les coefficients, seuls disponibles, se calculent par le procédé classique de Fourier. Si l'on suppose, par exemple, que le temps t soit la variable principale du problème, le but de ces géomètres est de dédoubler ou décomposer un *état initial* arbitraire, exprimé par $f(x, y, z)$, en une suite d'états initiaux dits *simples*, pour lesquels l'intégration des équations du problème est immédiate; en sorte que (les effets d'un nombre quelconque d'états initiaux pouvant d'ailleurs se superposer) l'intégration générale se trouvera effectuée si cette sorte complexe de dédoublement de l'état initial est possible. Pour démontrer analytiquement qu'il l'est en effet, une sommation directe des séries qui l'expriment semble nécessaire. Malheureusement, cette sommation n'a pu encore aboutir, excepté dans des cas très particuliers. Il y a donc lieu de chercher, en attendant, quelque aperçu synthétique, ou, pour ainsi dire, quelque raison de bon sens, propre à justifier ces modes indispensables de développement et à expliquer la convergence qu'on leur a effectivement reconnue quand on en a tenté le calcul numérique.

» La raison désirée se trouve dans le double fait qui constitue le caractère commun de toutes les questions de Physique mathématique étudiées

jusqu'à présent, et sans lequel on ne pourrait pas les traiter par des équations aux dérivées partielles; à savoir, d'une part, dans le nombre immense des points matériels composant toute particule perceptible de matière, et, d'autre part, dans la graduelle variation de l'état physique *moyen local* quand on passe d'une particule à une autre, variation supposée toujours assez peu brusque pour que, même dans les cas où elle est le plus rapide, des milliards de points matériels présentent sensiblement le même état. C'est cette variation très graduelle qui permet de ne tenir aucun compte individuel des molécules en présence, mais d'exprimer simplement, pour chaque petite région, au moyen de dérivées partielles en x, y, z, les différences d'état existant dans le corps suivant les divers sens, et les actions mutuelles, fonctions de ces différences, exercées entre éléments contigus du volume, ainsi que les changements qui en résultent d'un instant à l'autre pour l'état moyen local de chacun de ces éléments. Aussi, quand on introduit de la sorte des équations aux dérivées partielles, à la place des équations différentielles simultanées, en nombre immense, qu'on aurait si on voulait exprimer les états propres de tous les points du corps, renonce-t-on, par le fait même, à comprendre dans cette analyse simplifiée les phénomènes où il se produit des différences sensibles d'état entre molécules voisines, comme doivent être, par exemple, les vibrations calorifiques des corps, ou comme seraient des mouvements vibratoires d'une longueur d'onde comparable aux distances intermoléculaires. Eh bien, c'est justement la restriction que l'on s'impose ainsi, en se bornant à des états physiques graduellement variables, qui amène la convergence des développements des intégrales générales en séries de solutions simples rangées dans l'ordre croissant de leur rapidité relative de variation.

» Représentons-nous, en effet, les équations différentielles simultanées qui régissent tous les petits mouvements possibles, même à courte période, du système, ou tous ses changements assez peu étendus d'état physique. Ces équations étant, comme on sait, linéaires et à coefficients constants dans les problèmes où les fonctions étudiées varient modérément, leurs intégrales se formeraient en superposant des solutions simples, en nombre égal à celui des équations différentielles (supposées ramenées au premier ordre), et dont chacune ne dépend de la variable t que par un facteur, commun pour tout le système, de la même forme (exponentielle ou trigonométrique) que celui que contiennent les solutions simples des équations corrélatives aux dérivées partielles. D'ailleurs, la grandeur du coefficient, k, dont t se trouve affecté dans ces intégrales simples, est en rapport avec la

rapidité des changements, éprouvés, tant d'un instant à l'autre que d'un point à l'autre, par les états physiques qu'elles représentent.

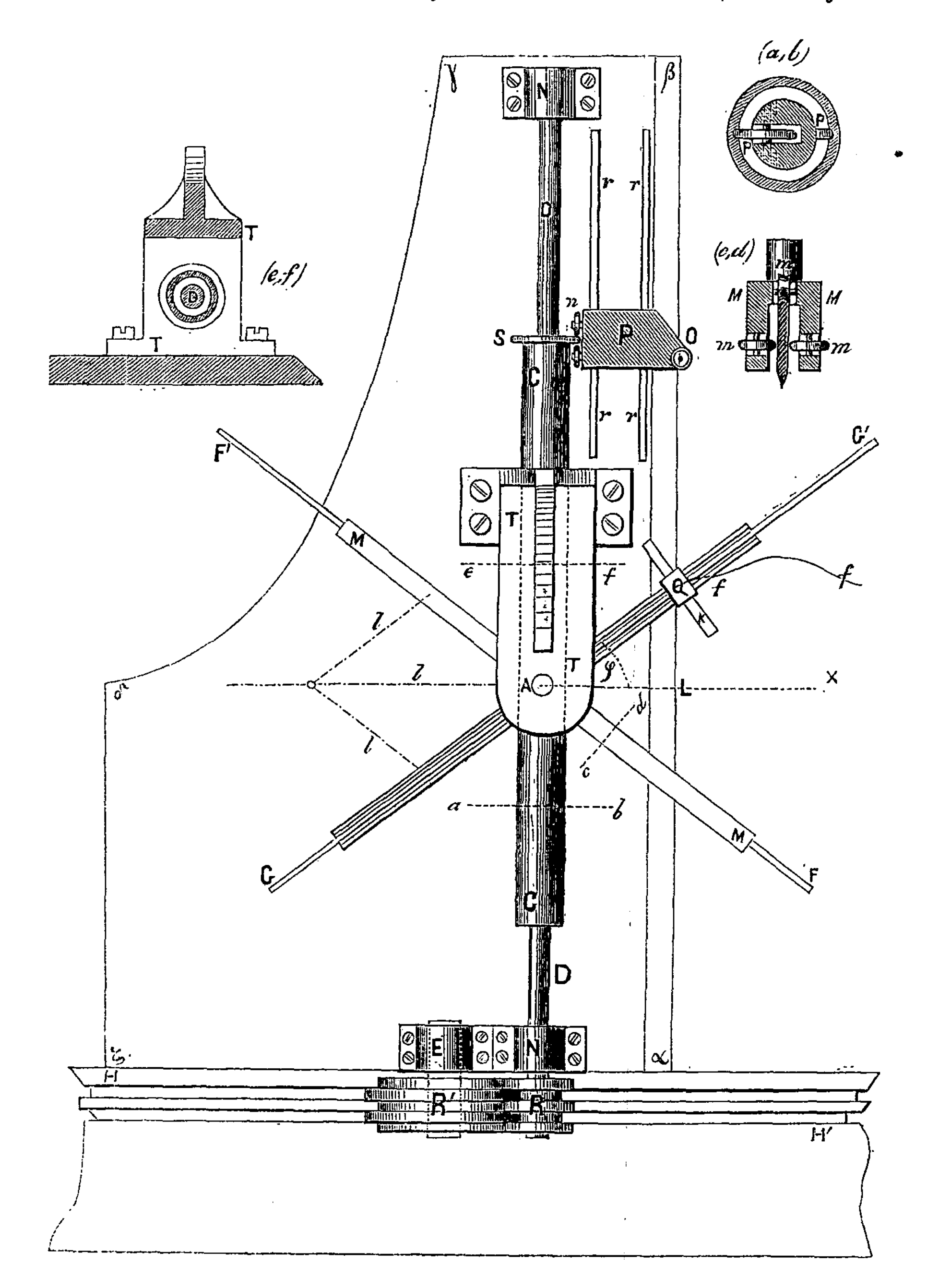
» Cela posé, si l'état initial donné est quelconque, s'il contient, pour les diverses régions du corps, des différences aussi sensibles entre molécules contiguës qu'entre molécules éloignées, il est clair que les solutions simples correspondant aux valeurs les plus élevées de k, et les seules propres à exprimer des changements aussi brusques, figureront dans l'intégrale avec des coefficients non moins grands que ceux des autres solutions simples. Par conséquent, on aura beau ranger les termes suivant l'ordre des grandeurs croissantes de k, on ne remarquera aucune convergence dans les sommes ou, plutôt (vu le nombre prodigieux de leurs termes), dans les *séries* ainsi obtenues. Mais il n'en sera naturellement plus de même si, au contraire, l'état initial donné varie assez peu, d'un endroit à l'autre, pour être à peu près pareil chez des milliards de points matériels voisins, même là où ses changements sembleraient fort rapides au physicien. Alors, les termes où k est très grand, et qui expriment des états bien différents pour deux molécules contiguës, n'auront visiblement à intervenir que dans une proportion tout à fait insignifiante; en sorte que, d'une part, ces termes, dont le calcul serait d'ailleurs illusoire par les équations aux dérivées partielles substituées, à la limite, aux équations différentielles vraies du problème, s'évanouiront d'eux-mêmes, et que, d'un autre côté, les sommes exprimant les fonctions à évaluer convergeront, à partir de certaines valeurs de k, lesquelles, étant finies, seront très calculables, ainsi que les solutions simples où elles entrent, par les équations aux dérivées partielles.

» Donc, la même circonstance, qui permet de remplacer les équations différentielles simultanées du problème, dont le nombre est immense (et supposé même infini à la limite), par une ou par quelques équations aux dérivées partielles, et qui permet d'exprimer l'état initial au moyen de fonctions de x, y, z ne présentant, dans toute l'étendue du corps, qu'un nombre restreint (et non des milliards) d'oscillations, permet aussi de compter sur la convergence et la parfaite légitimité des développements que donne la décomposition de cet état initial en états initiaux simples, rangés suivant l'ordre croissant de la rapidité de leurs variations. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un intégrateur.*
Note de M. **Br. Abdank-Abakanowicz.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la description de l'intégrateur dont la théorie a été exposée par moi dans une Note antérieure. Sur une

planchette à deux arêtes $\alpha\beta$ et $\alpha\zeta$ rectangulaires, qui peut se mouvoir le long d'une règle HH', fixée sur le plan de la construction, est assujetti tout



l'instrument. $\alpha\beta$ est la direction des ordonnées, $\alpha\zeta$ celle des abscisses. Une roue cannelée R' est montée sur un axe fixé dans le coussinet E. Si l'on fait

glisser la planchette le long de la règle HH′, la roue R′ tourne par friction et fait tourner la roue R, dont l'axe DD est fixé dans les coussinets N, N. Un tube CC, à surface strictement cylindrique, enveloppe l'axe DD, et possède un mouvement libre dans la direction de cet axe. Pour faciliter ce mouvement, dans plusieurs endroits de l'axe DD sont assujettis des galets *pp* (coupe selon *a*, *b*), qui entrent dans une rainure à l'intérieur du tube.

» Cet agencement fait que, lorsque nous imprimons à la planchette le mouvement de translation le long de la règle HH′, toutes les pièces décrites se meuvent : la roue R′ entraîne en tournant la roue R et son axe DD, lequel fait tourner à son tour le tube CC, qui tout en tournant peut glisser librement sur les galets, dans la direction de son axe.

» Le tube CC est placé entre deux règles FF′ et GG′, dont l'une FF′ exerce une pression d'en haut et l'autre GG′ d'en bas. Ces règles sont placées dans des fourreaux MM (coupe selon *c*, *d*), dont l'axe vertical de rotation passe par A. L'axe du fourreau de la règle supérieure est dans le support T, et celui de la règle inférieure dans la planchette. Les règles mêmes, exerçant une pression sur le tube, marchent sur des galets (coupe selon *c*, *d*); cet agencement permet le mouvement dans la direction de la longueur des règles.

» Ce sont là les parties essentielles de l'intégrateur. Un parallélogramme *lll*, d'une construction simple, qui n'est qu'indiqué sur la figure, fait que, lorsqu'on tourne une des règles d'un angle φ, l'autre décrit un angle $-\varphi$.

» Si l'on imprime à l'instrument décrit un mouvement de translation de gauche à droite, le tube CC va tourner autour de son axe, tout en restant serré entre les règles FF′ et GG′, qui avanceront dans la direction de leur longueur. Simultanément le tube CC avancera dans la direction de son axe, avec une vitesse proportionnelle à $\tang\varphi$.

» Sur la règle inférieure GG′ et son fourreau se trouve un anneau libre K, portant au-dessous une pointe Q, que l'on mène sur le contour de la courbe différentielle (f, f), tout en pressant cette pointe, pendant le mouvement de translation de la planchette, contre l'arête $\alpha\beta$. Chaque point de l'axe du cylindre CC décrit alors évidemment la courbe intégrale correspondante. Pour pouvoir tracer cette courbe, sur le tube CC est fixé un anneau S, qui fait avancer par l'intermédiaire des galets un traîneau P, portant une pointe O qui trace la courbe intégrale.

» En pratique, étant donnée une courbe quelconque (f, f), on fixe la règle HH′ sur la surface du dessin, parallèlement à l'axe des X, et de

manière que AL coïncide avec l'axe des abscisses; puis on imprime de la main gauche un mouvement de translation positive à la planchette de l'intégrateur, et de la main droite on suit avec la pointe Q le contour de la courbe différentielle donnée. La pointe O décrit la courbe intégrale.

» Les conditions auxquelles doit répondre l'intégrateur, pour bien fonctionner, sont, outre la forme géométrique stricte du cylindre et des règles, les suivantes :

1. La règle FF doit avoir une telle liberté de mouvement dans la direction de sa longueur, que la résistance de friction du cylindre et de la règle soit toujours plus grande que la résistance opposée par cette règle à son mouvement longitudinal. Cette condition peut toujours être remplie, parce que la règle marche sur des galets, et l'on peut toujours faire la résistance roulante de galets plus petite que la résistance de la friction glissante entre le cylindre et la règle. Une pression convenable amène une pareille prépondérance.

» 2. Le cylindre CC doit avoir une liberté de mouvement dans la direction de son axe telle, que la résistance de friction dans les points de contact A et B soit plus grande que la résistance opposée par le cylindre à son mouvement longitudinal. Or, comme le cylindre se meut sur des galets, on trouve les mêmes conditions qu'au n° 1.

» Les applications de l'intégrateur sont très nombreuses. Je n'indiquerai que les plus importantes.

» *a*. Étant donnée une équation différentielle explicite $\frac{d^n y}{dx^n} = f^n(x)$ représentée par une courbe, on fait l'intégration de cette équation en traçant $n - 1$ courbes intégrales consécutives.

» *b*. Pour résoudre une équation numérique de la forme

$$Ax^m + Bx^{m-1} + \ldots + IX + K = y,$$

on la différentie $m - 1$ fois et on trouve comme résultat l'équation d'une droite, puis on construit pour cette droite $m - 1$ courbes intégrales, appliquant les constantes qui ont disparu pendant la différentiation. On arrive enfin à une courbe qui représente l'équation numérique donnée.

» *c*. L'intégrateur peut servir comme un planimètre, et la courbe intégrale donne la possibilité de diviser une figure quelconque, au moyen de droites, en plusieurs parties dans une proportion $m : n : p$, etc.

» *d*. L'intégrateur sert à la construction de moments statiques, d'inertie et de l'ordre supérieur d'une figure quelconque. Il trace les courbes des

efforts tranchants et les courbes funiculaires pour une poutre chargée, ainsi que la courbe élastique. La courbe de pression d'une voûte est la seconde courbe intégrale de la courbe représentant la charge de cette voûte.

» *e*. Le principe de l'intégrateur peut être appliqué aux instruments de Physique, tels que : dynamographes, indicateurs, météorographes, etc., en général, là où il faut faire l'addition consécutive des éléments $y\,dx$. »

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction circulaire et la production normale des trois systèmes de franges des rayons circulaires*. Note de M. **Croullebois**.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai montré comment il est possible d'obtenir simultanément trois systèmes *normaux* de franges des rayons elliptiques. On reconnaît leur constitution normale, en disposant un spectroscope à vision directe avec sa fente horizontale dans la région commune aux faisceaux interférents. On aperçoit comme trois gerbes de franges courbes, plus rapprochées dans le violet que dans le rouge, qui se croisent et s'enchevêtrent en arcs d'ogive.

» Il y avait intérêt à obtenir le même résultat pour les trois systèmes de franges des rayons circulaires, *ce qui n'a pas encore été réalisé*. En effet, l'expérience invoquée par Arago apporte à l'œil une illusion qui a égaré sans doute les observateurs. Dans la disposition usitée, chaque image de l'analyseur biréfringent donne bien *en apparence* trois systèmes de bandes, dont on explique la génération comme il suit. Chacun des rayons rectilignes, issus des deux points lumineux, valant deux rayons circulaires égaux et contraires, on aura, au centre du champ, deux systèmes de première espèce superposés et provenant de rayons de même rotation, également modifiés par le quartz. A droite et à gauche, deux rayons dissemblables acquièrent des retards égaux, géométrique pour l'un, physique pour l'autre, et forment la frange centrale d'un système latéral.

» Mais une telle explication ne peut tenir devant l'analyse spectroscopique. Si l'on applique à l'expérience actuelle la méthode précédente, on obtient un spectre traversé longitudinalement par un groupe *unique* de franges courbes et strié transversalement, *dans toute son étendue*, de larges bandes noires horizontales, identiques aux bandes de MM. Fizeau et Foucault.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 7 février 1881.

» Ici, les franges centrales sont dues à la simple interférence des couleurs, dispersées par le quartz et polarisées dans des plans parallèles; les franges latérales, dites de deuxième espèce, doivent être attribuées à l'absence de ces mêmes couleurs, éteintes par l'analyseur (¹). La considération des rayons circulaires à leur sortie du quartz n'offre aucune réalité physique.

» Pour obtenir la production *sincère* des trois systèmes de franges des rayons circulaires, il suffit d'adopter la disposition suivante, imitée de celle que j'ai fait connaître pour les rayons elliptiques.

» On éclaire les demi-lentilles par un trait lumineux polarisé; les deux faisceaux traversent un prisme bicirculaire de Fresnel et s'y dédoublent séparément en deux images très rapprochées, G_1 et D_1, G_2 et D_2. Ces quatre rayons entrent en conflit et, plus loin, sont recueillis sur un prisme de Nicol et une loupe. On aperçoit nettement trois systèmes de franges, les deux latéraux de première espèce, c'est-à-dire provenant de l'interférence, d'une part, de G_1 avec G_2, et, de l'autre, de D_1 avec D_2. Le système central, de deuxième espèce, se déduit de l'interférence de G_1 avec D_2 ou de D_1 avec G_2, suivant la distance où l'on observe.

» Enlève-t-on le polariscope, les bandes centrales s'éteignent; elles s'éteignent aussi quand on enlève le polariseur, tandis que les bandes latérales survivent.

» Tourne-t-on le polariscope, les franges extrêmes ne subissent aucune modification et persistent aux mêmes lieux; les bandes intermédiaires marchent, sans s'affaiblir, de la moitié de l'intervalle qui les sépare.

» Enfin, applique-t-on le procédé spectroscopique de MM. Fizeau et Foucault, on retrouve les trois gerbes de franges, bien plus enchevêtrées, mais toujours reconnaissables, que j'ai signalées plus haut pour les rayons elliptiques, et qui sont les *caractéristiques* des interférences normales. »

(¹) M. Billet a mis le premier sur la voie de la production anormale de ces prétendues franges; il a signalé (*Optique physique*, t. II, p. 242) l'énorme contraste qui existe entre leur déplacement indiqué par la théorie et celui que donne l'expérience.

Il m'a paru utile de rendre compte de ce désaccord, sur lequel on s'est récemment appuyé pour nier les théories les mieux établies de l'Optique physique.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'élargissement des raies de l'hydrogène.* Note de M. CH. FIEVEZ.

« L'élargissement nébuleux des raies spectrales de l'hydrogène, qui se manifeste lorsqu'on augmente la pression de ce gaz dans un tube de Geissler, est encore attribué aujourd'hui à l'augmentation de pression, quoique le Dr Schüster, Secchi et d'autres savants aient mis en doute l'exactitude de cette conclusion, en faisant remarquer qu'on ne peut altérer la pression d'un gaz sans changer en même temps la résistance du milieu, et par suite la température de l'étincelle qui le traverse.

» C'est pourquoi nous nous sommes proposé de rechercher séparément l'influence des divers agents, température, pression, direction du courant, etc., qui ont été signalés comme pouvant contribuer à produire ce phénomène. Un réseau Rutherfurd et un tube de Geissler, terminé par deux boules et disposé de manière à pouvoir être observé par son extrémité, ont été employés à cet effet.

» En commençant par faire varier la pression dans le tube, on remarque d'abord qu'à $0^{m},160$ toutes les raies de l'hydrogène sont larges et nébuleuses, qu'à $0^{m},080$ la raie F est seule estompée et qu'enfin à $0^{m},020$ les raies de l'hydrogène sont *nettes et bien définies*.

» En interposant *alors* dans le circuit un condensateur à grande surface, on constate que les raies C et F s'élargissent immédiatement, en formant un spectre presque continu, ce qui indique que *la pression est étrangère à l'élargissement des raies*.

» On peut s'assurer aussi que les raies conservent leur apparence nébuleuse quelle que soit l'intensité lumineuse du spectre et ne varient pas quelle que soit la position de l'axe du tube par rapport à l'axe optique du spectroscope; ce qui montre encore que ni l'intensité lumineuse, ni la direction du courant par rapport à l'axe optique, ni l'épaisseur de la couche d'hydrogène observée (qui a varié dans le rapport de 1 à 40 suivant la direction du tube), n'exercent d'influence appréciable (dans les limites de l'expérience) sur la production du phénomène.

» De plus, en observant le tube à hydrogène par son extrémité, on peut voir le spectre de la partie capillaire du tube superposé sur celui de la boule, et remarquer que les raies C et F (surtout C), larges et nébuleuses dans la bande spectrale correspondant à la partie capillaire, sont fines et bien définies dans le spectre de la boule.

» Or un tube capillaire terminé par deux boules est, en réalité, un conducteur à sections inégales, *dont la température est plus élevée dans la partie capillaire que dans la partie large*. Et puisque les raies sont larges et estompées dans la partie capillaire où la température est la plus haute, tandis qu'elles sont fines et bien définies dans la boule où la température est la plus basse, on peut dire que « l'élargissement des raies de l'hydrogène est » corrélatif à cette élévation de température ».

» On peut, en outre, affirmer que « la température d'un corps céleste est » plus élevée que celle d'un autre, lorsque les raies de l'hydrogène du pre» mier sont plus larges et plus nébuleuses que celles du second », assertion conforme du reste aux idées de Huggins et de Vogel sur la constitution physique des étoiles. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes d'Optique et de vision.* Note de M. TRÈVE, présentée par M. Desains.

« 1° Lorsqu'on examine une flamme de lampe ou de bougie à travers une fente fine, l'éclat de la flamme et les effets de diffraction produits varient beaucoup suivant que la fente est verticale ou horizontale. Dans le second cas, l'éclat est beaucoup plus considérable que dans le premier.

» 2° Si à travers une fente fine on observe un trait vertical, un poteau, un mât, un tronc d'arbre, tous ces objets sont perçus plus ou moins nettement suivant que la fente est verticale ou horizontale. Par la fente verticale, tout est diffus; il semble qu'un voile se place entre l'œil et l'objet. Par la fente horizontale, ce *voile* tombe; tout devient très net et très clair.

» 3° Des effets diamétralement opposés se produisent s'il s'agit d'un trait horizontal : pour le distinguer nettement, il faut l'examiner par la fente verticale. Mais si, en thèse générale, on examine une maison, un paysage, à travers cette fente fine, on reconnaît que le maximum d'éclat de l'horizon répond toujours à l'horizontalité de cette fente.

» Les mêmes phénomènes se constatent à l'égard des disques solaire et lunaire. On les distingue *beaucoup* plus nettement par la fente horizontale. En recouvrant l'objectif d'une lunette astronomique d'un disque muni d'une fente axiale, on reconnaît toujours que le maximum d'éclat de ces deux astres répond à l'horizontalité de la fente.

» Quelle est la part d'action de la lumière dans ces phénomènes? On ne saurait s'en rendre compte qu'en les reproduisant sans faire intervenir la vision, et par conséquent en isolant absolument l'action de la lumière.

» Je me suis demandé s'il serait possible de reproduire photographiquement le phénomène, en le fixant sur une plaque sensible. Un lieutenant de vaisseau, très habile photographe, M. Goëz, a bien voulu entreprendre cette tâche délicate : j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les belles épreuves obtenues par cet officier en opérant à la lumière solaire, à la lumière électrique et même à la lumière diffuse.

» Voici comment il s'y est pris pour obtenir ces résultats. Dans une chambre noire photographique ordinaire, M. Goëz a remplacé l'objectif par un tube intérieur, à l'extrémité duquel peuvent s'adapter les disques à fentes diversement calibrées que l'on veut essayer. Enlève-t-on l'obturateur, la lumière, préalablement réfléchie sur un écran blanc, va s'imprimer sur la plaque sensible en passant à travers les fentes, qui seules peuvent lui livrer passage. Tantôt c'est une croix, tantôt c'est une étoile, sur laquelle se lisent les intensités comparatives dues à l'inclinaison du rayon lumineux.

» Les épreuves ci-jointes portent visiblement le trait horizontal beaucoup plus éclairé, et cela sans l'intervention d'aucun agent de vision. C'est la lumière s'imprimant, en effet, elle-même en passant *à travers des fentes horizontales et verticales*, et se propageant avec plus d'intensité dans le premier cas.

» Les bandes verticales des photographies solaires révèlent nettement les interférences dues au passage de la lumière à travers la fente verticale.

» Tous ces phénomènes sont du reste parfaitement perceptibles par l'observation directe. Plaçons, en effet, le disque à fentes rectangulaires entre un écran blanc et le Soleil lui-même : l'image de la croix apparaît aussitôt sur l'écran, et l'on constate que le trait horizontal est bien plus éclairé.

» Mêmes effets, si l'on remplace le Soleil par une lampe électrique, ou même par une lampe ordinaire à huile, entourée d'un globe soustrayant l'expérience aux effets dus à des flammes plus ou moins allongées dans un sens ou dans l'autre.

» Il s'agit en effet, ici, de lumière diffuse, indépendante de la forme du foyer qui la produit (¹). »

(¹) On peut donner aux fentes une largeur de $0^{m},005$ à $0^{m},006$. Ce sont alors de véritables rainures, laissant passer la lumière à flots. Les phénomènes n'en sont pas moins très perceptibles.

CHIMIE. — *Sur la solubilité du chlorure d'argent dans l'acide chlorhydrique en présence de l'eau, ou des chlorures métalliques peu solubles.* Note de MM. FR. RUYSSEN et EUG. VARENNE, présentée par M. Chatin.

« Plusieurs observateurs ont déjà signalé la solubilité notable du chlorure argentique par l'acide concentré, et, dans ce Recueil même, M. Ditte a tout récemment publié, sur la solubilité des chlorures dans l'acide chlorhydrique, une étude justement remarquée. Au nombre des chlorures qu'il cite dans son travail, M. Ditte comprend le chlorure d'argent; il donne l'explication de ce qu'on avait constaté empiriquement, mais sans y insister d'une manière particulière. Aussi nous a-t-il paru que, sans empiéter sur ses droits légitimes de priorité, nous pouvions faire connaître des recherches plus spéciales, entreprises depuis quelque temps déjà, sur la solubilité du chlorure d'argent dans des conditions variées de concentration, soit de la solution argentique seule, soit de métaux étrangers mis en présence. En ce qui concerne l'argent et l'acide fort, nos résultats sont d'ailleurs en complet accord avec ceux de M. Ditte.

La solubilité du chlorure d'argent est le plus souvent tenue comme assez faible pour pouvoir impunément être négligée dans les analyses courantes.

» Nous avons étudié cette solubilité : 1° dans de l'acide chlorhydrique très concentré (44 pour 100); 2° dans des dilutions croissantes de cet acide, en présence de métaux étrangers pris aussi à divers degrés de dilution.

» 1° *Acide chlorhydrique seul.* — L'expérience montre que, pour des volumes croissants d'une solution argentique, la solubilité du chlorure d'argent demeure sensiblement constante.

» Il est à remarquer que l'eau qui sert à dissoudre le sel d'argent, bien qu'affaiblissant nécessairement le degré de l'acide, ne diminue pas toutefois dans la même proportion la solubilité du chlorure. La quantité d'eau ajoutée par suite de la dissolution du sel variant de 45 à 62 pour 100, l'insolubilité s'accroîtra dans le rapport de 352 à 824.

» Quand une même quantité de sel d'argent se trouve dissoute dans des quantités d'eau 2, 3, 4, 8 fois plus fortes, la solubilité ne présente, pour ainsi dire, pas de différence, et elle a une légère tendance à diminuer à mesure que l'argent s'accumule.

» Au contraire, quand la proportion d'argent augmente parallèlement à la série précédente (2, 3, 4, 8), sans que le volume d'eau change, de telle sorte que l'eau, initialement dans la proportion de 43 pour 100 du mé-

lange, arrive à 78 pour 100, l'insolubilité va croissant. Il est remarquable que, pendant que la première série descend de 262 à 213, celle-ci remonte de 162 à 203, de telle sorte qu'il y a presque un point commun où elles se confondent.

» 2° *Chlorure d'argent en présence des métaux.* — Il y a deux cas à considérer. Quand la quantité d'argent reste constante, celle des métaux augmentant, les sels paraissent agir en retardant la solubilité de la même façon que l'eau seule. Ils ne semblent avoir d'action que par l'eau qu'ils contiennent, excepté toutefois le mercure au minimum, qui se comporte d'une façon tout à fait particulière. En somme, l'action des métaux semble favoriser la dissolution, mais dans une très faible mesure. Les sels de plomb paraissent faire exception; mais cette exception est plus apparente que réelle, car il faut moins d'acide pour dissoudre les deux chlorures réunis que s'ils étaient séparés.

» Au contraire, quand, dans une solution où la quantité d'un métal reste constante, on fait croître la proportion de solution argentique, les métaux paraissent influer dans un sens défavorable à la dissolution.

» Nous espérons pouvoir compléter dans un prochain Mémoire les résultats présents, surtout en ce qui concerne l'action réciproque des chlorures métalliques [1]. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs dégagées dans la combustion de quelques substances de la série grasse saturée.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« 1. L'étude de l'acide capronique était intéressante à faire, vu que sa formule brute est polymérique de celle de l'alcool allylique et de l'acétone. La chaleur de combustion, calculée suivant l'équation

$$C^6H^{12}O^2\,\text{liquide} + 16\,O\,\text{gaz} = 6CO^2\,\text{gaz} + 6H^2O\,\text{liquide},$$

a été, pour 1^{gr} de substance brûlée,

$$\left.\begin{array}{r} 7144^{cal},9 \\ 7191,6 \\ 7134,4 \end{array}\right\}\ \text{moyenne, } 7156^{cal},97,$$

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie analytique, à l'École supérieure de Pharmacie, sous la direction de M. Prunier.

nombre supérieur de plus de 2 pour 100 à celui tiré pour cet acide de la Table donnée par Favre et Silbermann, soit pour la molécule en grammes de cet acide une chaleur de combustion de 830209^{cal}. Ce nombre est inférieur de 57091^{cal} à la chaleur de combustion de 2^{mol} d'alcool allylique, d'où il suit que dans la formation de la molécule d'acide il a été dégagé plus de chaleur. La combustion de 2^{mol} d'acétone dégage 847148^{cal}, nombre beaucoup plus voisin de celui trouvé pour l'acide.

» 2. J'ai déterminé la chaleur de combustion de l'alcool caprylique (point d'ébullition, 179°, 5) :

$$C^8H^{18}O \text{ liquide} + 24O \text{ gaz} = 8CO^2 \text{ gaz} + 9H^2O \text{ liquide}$$

m'ont donné pour 1^{gr} de substance brûlée :

9677,44 cal	moyenne, 9708^{cal},53.
9717,59	
9730,56	

» Favre et Silbermann donnent pour la chaleur de combustion de cet alcool 9680^{cal}, nombre différent de moins d'un tiers pour 100 de celui que j'ai trouvé. La chaleur de combustion de l'alcool caprylique sera, pour la molécule en grammes, d'après mes expériences, 1262105^{cal}.

» Les différences entre les chaleurs de combustion des deux séries d'alcool seront :

	cal	
Entre C^3H^8O........	480313	différence, 37663^{cal}.
Et C^3H^6O..........	442650	
Entre $C^4H^{10}O$.......	636706	différence, 36578^{cal}.
Et C^4H^8O..........	600128	
Entre $C^5H^{12}O$.......	793923	différence, 40709^{cal}.
Et $C^5H^{10}O$..........	753214	
Entre $C^6H^{18}O$......	1262105	différence, 32065^{cal}.
Et $C^6H^{16}O$.........	1230040	

» Les nombres ainsi obtenus sont assez voisins entre eux, surtout si l'on considère qu'ils représentent la différence de nombres égaux à plusieurs centaines de mille calories. On peut, je crois, affirmer que la différence entre les chaleurs de combustion des alcools de la série saturée et de la série allylique, qui en diffère par 2H en moins, est à peu près de 36800^{cal}, c'est-à-dire très voisine de la moitié de la chaleur de combustion de ces 2H.

» 3. La chaleur de combustion du triméthylcarbinol $(CH^3)^3COH$, isomère solide de l'alcool isobutylique que j'ai déjà étudié, a été déterminée sur

deux échantillons dont l'un m'a été donné par M. Menschutkine et l'autre soigneusement desséché et purifié par moi. La chaleur de combustion a été calculée suivant l'équation

$$C^4H^{10}O \text{ solide} + 12O \text{ gaz} = 4CO^2 \text{ gaz} + 5H^2O \text{ liquide}.$$

Premier échantillon, par gramme...	8563,5 cal
	8519,7
Second échantillon, par gramme...	8557,6
	8565,4

» Moyenne générale des quatre expériences, $8551^{cal},6$, et pour 1^{mol} en grammes 632818^{cal}, nombre fort voisin de celui des alcools isobutylique (636706^{cal}) et butylique (633440^{cal}).

» Il est à observer que, dans les cas que j'ai étudiés, les théories chimiques actuellement eu vogue admettent que les atomes sont reliés dans la molécule par le même nombre et les mêmes espèces d'affinités, et que dans ces cas l'isomérie est le résultat d'une différence de groupement des atomes, tel que rien n'est changé à ces affinités. On peut voir dans ce fait la cause de l'identité des chaleurs de combustion et de formation de ces isomères. Il en est autrement dans les cas des isomères de fonction chimique différente.

» 4. Le pinakone, glycol tertiaire, a été étudié par moi dans le but de compléter les recherches que j'ai déjà publiées sur les glycols. La chaleur de combustion de cette substance, calculée suivant l'équation

$$C^6H^{14}O^2 \text{ solide} + 17O \text{ gaz} = 6CO^2 \text{ gaz} + 7H^2O \text{ liquide},$$

a été trouvée, pour 1^{gr},

$$\left.\begin{array}{r} 7602{,}5^{cal} \\ 7597{,}9 \\ 7619{,}5 \\ 7610{,}6 \end{array}\right\} \text{moyenne} = 7607^{cal},6.$$

et pour 1^{mol} en grammes 897697^{cal}.

» La différence entre les chaleurs de combustion des glycols éthylénique (283293^{cal}) et isopropylénique (436240^{cal}) donne dans la série homologue des glycols une différence de 152947^{cal} pour CH^2. La chaleur de combustion du pinakone, calculée d'après cette différence, devrait être égale à 895081^{cal}, chiffre fort voisin du nombre trouvé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de la glucose en dextrine.* Note de MM. F. **Musculus** et A. **Meyer**.

« En faisant dissoudre de la glucose dans de l'acide sulfurique concentré et en ajoutant de l'alcool à la solution, l'un de nous a obtenu, il y a quelques années, un corps nouveau qu'il a considéré comme étant une dextrine (Musculus, *Bulletin de la Société chimique*, 1872, t. I, p. 67). Plus tard, M. Gautier a préparé une substance analogue, en faisant passer un courant de gaz chlorhydrique sec dans de l'alcool tenant en dissolution de la glucose pure. Ce chimiste assigne à son produit la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$ et la range parmi les isomères de la saccharose (Gautier, *Bulletin de la Société chimique*, 1874, t. II, p. 145). Le résultat obtenu par M. Gautier nous a engagés à reprendre notre premier travail, qui était resté incomplet faute de laboratoire suffisant, afin de voir si le corps résultant de l'action de l'acide sulfurique sur la glucose doit être réellement rangé parmi les dextrines.

» Pour le préparer, nous avons fondu 30^{gr} de dextrose-glucose, parfaitement pure, dans un bain-marie de chlorure de calcium. Après refroidissement, nous y avons ajouté, en quatre ou cinq fois, et en agitant avec une baguette en verre, ou mieux avec un thermomètre, 30^{gr} d'acide sulfurique concentré, de façon que le mélange s'échauffât jusqu'à 60° et prît une coloration brune. Nous y avons alors versé 800^{gr} d'alcool anhydre; nous avons filtré la solution, pour séparer quelques flocons restés insolubles, et l'avons mise de côté pendant huit jours. Après ce temps, il s'était formé un abondant précipité qui a été recueilli sur un filtre, lavé d'abord avec de l'alcool anhydre froid, puis, à plusieurs reprises, chaque fois avec 300^{gr} d'alcool anhydre bouillant, dans un appareil à reflux, jusqu'à ce qu'il ne retînt plus aucune trace d'acide, enfin séché sur l'acide sulfurique. Nous obtînmes ainsi environ 10^{gr}, c'est-à-dire la moitié de la glucose employée, d'une poudre amorphe, parfaitement blanche, hygroscopique, mais non déliquescente. La liqueur mère retenait l'autre moitié de la glucose en dissolution, probablement combinée à l'acide sulfurique, car une addition d'un grand excès d'éther n'y fit naître qu'un précipité insignifiant.

» En opérant comme il a été dit, on obtient un produit qui contient de l'alcool, qu'une dessiccation de plusieurs mois et même une chaleur de 100° n'enlèvent pas : c'est donc une véritable combinaison. L'alcool peut en être éliminé par l'eau. En distillant la solution aqueuse, nous avons pu en retirer $\frac{1}{10}$ environ de son poids. A 110°, il y a dissociation, l'alcool s'éva-

pore, la poudre qui reste est toujours blanche, mais elle est devenue extrêmement hygroscopique et déliquescente.

» L'analyse élémentaire de cette substance nous a donné

$$C = 45,78,$$
$$H = 6,20.$$

» Ces chiffres se rapprochent beaucoup de ceux qui correspondent à la formule $C^{18}H^{28}O^{14}$, et qui sont

$$C = 46,10,$$
$$H = 5,98.$$

» En supposant ce corps combiné à 1^{mol} d'alcool, le précipité blanc serait représenté par la formule $C^{18}H^{28}O^{14}, C^2H^6O$, renfermant 8,9 pour 100 d'alcool : or nous en avons trouvé 9,3 pour 100.

» En décomposant le composé alcoolique par l'eau, évaporant pour chasser l'alcool, et desséchant le résidu dans le vide sur l'acide sulfurique, nous avons obtenu un corps qui nous a donné à l'analyse :

	I.	II.
C..............	44,69	44,71
H..............	6,50	6,30

» Ces chiffres conduisent à la formule $C^6H^{10}O^5$, qui est la formule empirique des dextrines, exigeant

$$C = 44,44,$$
$$H = 6,17.$$

» On peut donc admettre que, dans le composé $C^{18}H^{28}O^{14}, C^2H^6O$, l'alcool a été remplacé par 1^{mol} d'eau, pour former

$$C^{18}H^{28}O^{14}, H^2O = 3(C^6H^{10}O^5).$$

» D'après cela, la poudre blanche qui reste après le départ de l'alcool à 110 doit, en s'hydratant, augmenter de 3,84 pour 100 de son poids; nous avons trouvé un chiffre très rapproché (4,2 pour 100), après l'avoir séchée de nouveau dans le vide.

» La substance hydratée $C^{18}H^{28}O^{14}, H^2O$ présente toutes les propriétés d'une dextrine. C'est une masse amorphe, jaunâtre, très soluble dans l'eau, d'une saveur fade et douceâtre. L'iode ne la colore pas, l'alcool la précipite de sa solution aqueuse. Elle ne réduit la liqueur de Fehling que très faible-

ment; son pouvoir réducteur est à celui de la glucose comme 3,2 est à 100. Elle tourne à droite le plan de polarisation; son pouvoir rotatoire $[\alpha] = +131$ à $+134°$. Elle ne fermente pas avec la levûre de bière. Elle n'est pas saccharifiée par la diastase.

» Quand on la fait bouillir avec de l'eau acidulée à 4 pour 100 d'acide sulfurique, elle se convertit entièrement en glucose; mais plusieurs heures d'ébullition sont nécessaires pour cela. Nous avons obtenu la glucose régénérée bien cristallisée et ayant toutes les propriétés qui caractérisent ce sucre. Pour compléter ces caractères, nous l'avons encore soumise à la dialyse et nous avons comparé le résultat obtenu avec celui que nous ont fourni différents sucres et quelques dextrines. Pour cela, 5^{gr} de la substance à essayer ont été dissous dans 100^{gr} d'eau; la solution a été introduite dans un dialyseur dont le vase intérieur avait $0^{m},2$ de diamètre, et était fermé par du papier parchemin parfaitement homogène. Le vase extérieur contenait 1000^{gr} d'eau distillée. L'appareil a été maintenu entre $3°$ et $5°$. Le liquide extérieur a été ensuite évaporé, et le résidu pesé après dessiccation complète. Voici les résultats :

	Quantités dialysées sur 5^{gr} après 24 heures.	Quantités rapportées à 100 de glucose.
Glucose ($C^6H^{12}O^6$, H^2O)......	$3^{gr},89$	100
Lactose....................	3,75	96
Lévulose....................	3,50	90
Saccharose..................	3,19	82
Sucre de lait................	3,07	77
Maltose.....................	2,49	64
Dextrine faite avec la glucose...	0,54	14
Dextrine γ (Musculus)........	0,32	7
Dextrine α (Musculus)........	0,04	1

» On voit, par ce Tableau, que la diffusibilité de la dextrine artificielle est bien moindre que celle des sucres; elle se rapproche, au contraire, de celle des dextrines naturelles, particulièrement de celle de la dextrine γ, avec laquelle elle a, du reste, encore d'autres points de ressemblance. En effet, nous avons vu qu'elle n'est pas saccharifiable par la diastase du malt; elle ne l'est pas davantage par le suc pancréatique, qui est le ferment diastasique le plus énergique que l'on connaisse. Pour la transformer entièrement en glucose, il nous a fallu chauffer en vase clos, dans un bain de chlorure de sodium, pendant plus de deux heures.

La dextrine γ a les mêmes propriétés. C'est, comme on sait, la dextrine

que l'on obtient en épuisant l'action de la diastase sur l'amidon. Elle n'est donc pas modifiée par ce ferment; le suc pancréatique ne l'attaque pas non plus; la lenteur avec laquelle elle est saccharifiée, sous l'influence de l'acide sulfurique dilué et bouillant, est attestée par ce fait, qu'on la trouve dans toutes les glucoses du commerce, dont la plus pure en contient encore de 10 à 15 pour 100. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une amylamine active*. Note de M. **R.-T. Plimpton**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai essayé de préparer l'amylamine correspondant à l'alcool amylique actif de fermentation : j'ai obtenu une amine qui possède le pouvoir rotatoire et dont les propriétés ne sont pas tout à fait celles de l'amylamine inactive que j'ai décrite dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 433).

» Pour obtenir l'alcool actif, on a rectifié l'alcool amylique brut possédant un pouvoir rotatoire de 1° 30′ pour une longueur de $0^m,10$; le produit a donné une déviation de 2° 10′ pour la même longueur. Suivant le procédé de M. Le Bel, cet alcool a été éthérifié par l'acide chlorhydrique gazeux.

» On a arrêté l'opération lorsqu'il n'est plus resté que 760^{gr} d'alcool sur 3200^{gr} de substance employée.

» L'alcool ainsi obtenu bouillait de 127° à 131° et tournait de 4° pour une longueur de $0^m,10$ (appareil Cornu). L'amylamine a été préparée en partant de l'alcool : 1° par le procédé de M. Wurtz; 2° en chauffant le bromure actif à 100° avec l'amoniaque alcoolique. Le bromure d'amyle employé tournait de 3° pour une longueur de $0^m,10$.

» L'amylamine obtenue par le dernier procédé était un peu plus active que l'autre : elle tournait de 3° 30′ tandis que l'autre tournait de 3° 5′ *à gauche* pour la même longueur. Il est probable que la cause de cette différence est la température élevée nécessaire pour distiller le mélange d'amylsulfate et de cyanate de potassium.

» A 0°, la densité a été trouvée de 0,7725 (amylamine inactive; $d = 0,7678$ à 0°).

» Elle forme un chlorhydrate très déliquescent. Une analyse a donné, pour 100, $Cl = 29,00$ (calculé, 28,74). La solution aqueuse du chlorhydrate tourne *à droite*.

» Le chloroplatinate se dépose de sa solution aqueuse bouillante en lamelles cristallisées douées d'un bel éclat. L'analyse a donné, pour 100, $Pt = 33,63$ (calculé, 33,73).

» On ne peut pas distinguer les lamelles du chloroplatinate actif de celles du chloroplatinate de l'amylamine inactive, mais une détermination de la solubilité des deux sels dans l'eau à + 14° a permis de trouver une différence.

» 100 parties d'eau à 14° dissolvent 2,4 parties du sel actif.

» 100 parties d'eau à 14° dissolvent 1,7 parties du sel inactif.

» Les deux sels sont presque insolubles dans l'alcool.

» Le chloraurate cristallise lorsqu'on mélange des solutions de chlorhydrate et de chlorure d'or. Les cristaux sont très bien définis et ressemblent à ceux du sel inactif. Le chloraurate se dissout facilement dans l'alcool absolu ou étendu ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le propylglycol actif.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« Parmi les corps de la série grasse pour lesquels la théorie indique le pouvoir rotatoire et que nous ne produisons qu'à l'état inactif, le propylglycol de M. Wurtz avait depuis longtemps attiré mon attention. Ce corps possède la formule CH^3-H COH-CH^2OH, qui montre le carbone central associé à quatre radicaux différents; de plus, on sait que par oxydation il fournit l'acide lactique ordinaire : le dédoublement du propylglycol devait donc impliquer celui de l'acide. La préparation indiquée par M. Belohoubeck, au moyen du glycérinate de soude, m'a permis d'en préparer près de 2^{kg}; mais il a fallu étendre d'eau et rectifier à trois reprises différentes, pour débarrasser le glycol d'empyreumes très âcres qui ont d'abord beaucoup gêné mes cultures.

» Comme je pouvais espérer obtenir une fermentation du propylglycol analogue à celle de la glycérine, j'ai opéré avec des solutions à 3 pour 100, additionnées de sels minéraux et de carbonate de chaux précipité. Avec les glycols souillés d'empyreumes, je n'obtins que des moisissures verdâtres, paraissant appartenir au genre *Aspergillus*. Une fois, je les ai vues envahies par des taches rouges, dues à une bactérie très petite, probablement parasite ([2]). Une autre expérience a été faite en milieu acide; le *Penicillium* pousse alors de préférence. Malgré les ensemencements les plus divers, il

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

([2]) On obtient ces phénomènes presque à coup sûr en cultivant des moisissures sur le lactate d'ammoniaque.

ne s'est pas produit de fermentation proprement dite, et même on n'a pu cultiver que deux espèces de la famille des Bactéridiens. Sur le propylglycol encore très empyreumatique que j'avais ensemencé avec de la vase, se développèrent de nombreux *spirillum* aérobies; comme j'espérais encore obtenir une fermentation, je n'ai pas continué cette culture ([1]).

» Avec le propylglycol bien purifié, on voit, quel que soit l'ensemencement, se développer le *Bacterium termo*, le plus répandu des microbes; j'ai pourtant constaté l'existence de deux *bacillus* semblables au ferment butyrique. Les bactéries forment à la surface une peau épaisse; une partie cependant nage dans toute la masse. En opérant dans un flacon presque bouché et en déchirant par des secousses la peau formée à la surface, j'obtiens actuellement une végétation formée de bactéries nageant dans la masse; ce sont les conditions les plus favorables à une oxydation incomplète. Ces bactéries sont très réfringentes, et les cils facilement visibles avec l'objectif X de Prazmowski; elles ont exactement la même allure dans la glycérine et l'alcool butylique, mais ne se plaisent pas dans l'alcool isobutylique de fermentation.

» *Produits obtenus.* — Quand les végétations ont marché plusieurs mois, on filtre les liquides et on rectifie avec l'appareil à colonne, pour isoler le glycol non attaqué; quelle que soit la culture, on trouve toujours une rotation à gauche; elle a varié de $-4°35'$ à $-1°15'$ pour $0^{m},22$; ce sont les moisissures qui donnent les meilleurs résultats. Si ces observations et celles de M. Pasteur sur l'acide tartrique permettaient de généraliser, on serait conduit à admettre que toutes les plantes consomment de préférence un même isomère optique plutôt que l'autre.

» Comme produits accessoires, je n'ai observé que l'acide propionique et l'acide lactique. Le premier a été isolé en distillant les résidus salins avec un faible excès d'acide sulfurique; l'acide qui passe a été saturé par du carbonate de soude et concentré. On a précipité en deux fois par le nitrate d'argent; les deux précipités successifs ont fourni le chiffre d'argent du propionate.

» Les eaux, débarrassées d'acides gras volatils, ont été additionnées d'acide sulfurique et extraites par l'éther; le liquide éthéré, évaporé, a été

([1]) Mes nombreuses cultures à l'air libre n'ont jamais été envahies ni par des vibrions ni par des spirilles. Des observations analogues ont fait admettre, en Allemagne, que l'air ne renferme pas de spores de ces organismes; mais il suffit, pour expliquer ce fait, d'admettre que leurs spores sont rares et que d'habitude ils sont évincés par d'autres organismes, mieux appropriés aux liquides employés.

saturé par du carbonate de zinc et amené à cristallisation. L'aspect des cristaux est celui du lactate ordinaire qui exige 18,3 pour 100 d'eau : mon sel recristallisé renfermait 17,5. L'eau mère déposait ensuite des cristaux isolés, semblables à ceux du paralactate, mais qu'on n'a pu purifier faute de matière.

» On a préparé, avec le propylglycol actif, un dérivé important : c'est l'oxyde de propylène, corps à chaîne fermée :

$$\begin{array}{c} CH^3 - CH - CH^2 \\ \diagdown O \diagup \end{array}$$

dont la dissymétrie est également due au carbone central; seulement, celui-ci est lié à deux groupes voisins, qui ont eux-mêmes des relations d'affinité. Ce corps, qui bout à 35°, est le plus volatil des corps actifs connus; il tourne de $+1^\circ 10'$ pour $0^m,22$. Il résulte de là que les doubles liaisons et les réactions qui les introduisent ne paraissent pas troubler l'existence du pouvoir rotatoire ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'hiver* 1879-1880 *au Sahara et sur le climat saharien*. Note de M. G. ROLLAND, présentée par M. Daubrée.

« J'ai fait, au cours de la mission transsaharienne de Laghouat-El Goleah-Ouargla-Biskra, une série d'observations météorologiques assez complètes. Elles rendent compte d'une période intéressante et tout à fait anormale dans la climatologie du désert.

» L'hiver 1879-1880, exceptionnellement rigoureux en Europe, ainsi qu'en Algérie, a été également exceptionnel au Sahara : ce qui était dû à l'action prédominante des vents du nord-est et du nord, soufflant de régions où régnaient de grands froids et amenant une quantité inusitée de nuages. La température moyenne, du 17 janvier au 16 avril, a été, le long de notre itinéraire, entre le trente-cinquième et le trentième degré et demi de latitude, de 14°,1 seulement, les extrêmes étant — 4°,7 dans la nuit du 17 au 18 janvier et 31°,1 dans la journée du 13 avril. Le ciel, rarement pur, est resté complètement couvert pendant des jours entiers. La pluie, souvent menaçante, est tombée à plusieurs reprises, et, en particulier, abondamment à la fin de janvier, dans toute la région du Sahara algérien située au nord du trente et unième degré et demi.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

» Nous arrivions après une sécheresse ininterrompue de plusieurs années. On sait que la pluie est, au Sahara, un phénomène accidentel, qui ne se produit souvent qu'à des intervalles de plus de dix ans. C'est là ce qui caractérise le climat saharien et le distingue des climats tempérés du nord et tropicaux du sud, dotés chacun de pluies régulières.

» Cette absence presque complète de pluie, au Sahara, est attribuée à un courant atmosphérique alizé, continental et sec, venant de l'est en s'infléchissant vers le sud, et formant sur son passage la zone de déserts qui s'étend depuis les hauts plateaux de l'Asie, par le Turkestan, la Perse, l'Arabie, la Syrie, l'Égypte, le Sahara, jusqu'aux îles du cap Vert, en plein océan Atlantique. D'autre part, les vents relativement irréguliers qui soufflent du sud peuvent, ainsi que le dit M. Tissot, « reporter jusque sur le Tell les circonstances du climat saharien proprement dit, en les exagérant encore ».

» Le climat saharien est-il de date récente? M. Pomel, qui a discuté la question, est d'avis que « l'état de choses actuel remonte aux temps préhistoriques ». Il semble cependant que depuis la présence de l'homme, et surtout depuis l'invasion des nomades, le Sahara, si ingrat qu'il ait toujours été, soit de plus en plus privé de pluie et, sauf certaines zones moins déshéritées, de plus en plus pauvre en eaux, en végétation et en habitants. Au sud-est d'El Goleah, à Feidjet Turki, et au nord, à El Hassi, j'ai trouvé sur le plateau calcaire des travertins déposés par des sources récentes aujourd'hui disparues; le même fait se voit à Ouargla, et en maint endroit de la région subsaharienne de l'Atlas; dans l'Oued Rir même, on constate souvent que le point d'émergence des sources jaillissantes naturelles s'est abaissé. Le pistachier, seul arbre en dehors des oasis, ne se rencontre plus que dans la région des Daya, au sud de Laghouat, et y est en voie d'extinction. Nous avons ramassé à la surface du désert une grande quantité de silex, taillés incontestablement de main d'homme; ils prouvent, d'après le Dr H. Weisgerber, « qu'à une époque très reculée, dont il » est impossible de fixer la date, le Sahara était habité par une population, » sinon sédentaire, du moins beaucoup plus nombreuse que celle qu'on y » rencontre actuellement. Les conditions climatologiques étaient donc » différentes. » Enfin, il est certain que le climat de l'Algérie a subi une dégradation très sensible depuis l'époque romaine. »

M. Melsens, dans une Lettre adressée à M. Dumas, fait ressortir l'économie que permettra de réaliser l'emploi des paratonnerres de son système.

« Ces paratonnerres ont été adoptés par la Commission des paratonnerres de l'Académie royale des Sciences de Belgique, concurremment avec les paratonnerres construits d'après les instructions en vigueur.

» Les paratonnerres construits conformément aux instructions émanées de l'Académie des Sciences de Paris sont d'un prix assez élevé. On recule souvent devant les frais à faire.

» Les devis qui ont été dressés pour un certain nombre des travaux effectués en Belgique, et qui sont résumés dans le Tableau ci-dessous, montrent que les frais d'établissement sont diminués, par le nouveau système, dans les rapports de 1 à $5\frac{3}{4}$, de 1 à $6\frac{3}{4}$ et même de 1 à $9\frac{1}{4}$. Il en résulte, dans les exemples que je donne, des économies qui peuvent s'élever de 75163fr,85 à 81268fr, sur une dépense totale de 90833fr,35.

Paratonnerres des anciens systèmes.

Édifices.	Surface couverte, en nombres ronds approximatifs.	Prix de la pose des paratonnerres.	Prix de la pose pour la protection de 1mq.
	mq	fr	fr
Palais du roi, à Bruxelles.......	7800	23551,07	3,02
Écurie du roi, à Bruxelles......	2800	17446,59	6,23
Ancien hôtel d'Assche (liste civile).	650	5149,81	7,92
Jardin botanique, à Bruxelles....	2000	7971,19	3,99
Palais du roi, à Laeken........	1900	18407,08	9,68
Annexes du palais du roi, à Laeken (écuries, remises, manège, théâtre)..................	5200	18307,61	3,39
Sommes...	20350	90833,35	Moy. 4,46

Paratonnerres du système Melsens.

	Surface.	Prix total.	Prix par mètre carré.
	mq	fr	fr
Nouveau Palais de justice.......	16600	10840,00	0,65
Hôpital Saint-Pierre...........	6300	4849,40	0,77
Bourse de Bruxelles...........	3200	1496,65	0,47
Sommes...	26100	17185,05	Moy. 0,66

$$\frac{15669,50}{90833,35} = \frac{1}{5\frac{3}{4}} \text{ à } 0^{fr},77.$$

$$\frac{13431}{90833,35} = \frac{1}{6\frac{3}{4}} \text{ à } 0^{fr},66.$$

$$\frac{9564,50}{90833,35} = \frac{1}{9\frac{1}{4}} \text{ à } 0^{fr},47.$$

M. **R. Coulon** adresse, par l'entremise de M. du Moncel, une Note relative à la formation de la grêle.

L'auteur résume sa théorie de la manière suivante : « Tout se passe comme si les gouttelettes d'eau liquide se trouvaient congelées par leur passage à travers une couche d'air glacé, puis à travers une couche d'air saturé d'humidité qu'elles condensent en partie à leur propre surface, sous forme de givre se déposant par couches concentriques. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse, de Prague, une photographie du Soleil, prise le 19 juillet 1879, pendant une éclipse partielle, et par un ciel d'une pureté exceptionnelle.

Cette photographie montre la chromosphère absorbante, la lumière de la photosphère et la structure recourbée de la couronne. L'auteur espère obtenir des résultats meilleurs, et en un temps moindre, à l'aide d'un nouvel objectif, de 3^{m} de distance focale, qui est construit d'après ses calculs par M. Steeg, à Hombourg. »

M. **L. Hugo** adresse une Note « Sur le triangle planétaire, dans la soirée du 1er mars ».

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mars 1881.

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1881. Paris, Berger-Levrault, 1881; in-8° cartonné.

Exploration géologique de la mer Morte, de la Palestine et de l'Idumée; par Louis Lartet. Paris, A. Bertrand, sans date; grand in-4°.

Essai de Philosophie naturelle; par J. Tissot. Ire Partie. Constantine, typogr. J. Beaumont, 1881; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 5e série, t. II, 1879. Lyon, Pitrat et H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

Nouvelles recherches sur le climat du Sénégal; par A. BORIUS. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°. (Deux exemplaires.)

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, t. XXII; 3e série, t. II. Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, Ch. Syffert, 1879; in-8°.

Des opérations du commerce. L'art de payer et de recevoir; le change et la banque; par H. LEFÈVRE. Paris, Delagrave, 1880; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique 1881.)

Manuel d'Hygiène publique et industrielle; par M. EDM. DUPUY. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-12. (Présenté par M. Chatin.)

Commission géologique du Canada. Rapport des opérations de 1878-79. Montréal, 1880; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1880, n° 2. Moscou, A. Lang, 1880; in-8°.

Des mouvements géologiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air; par M. PH. PLANTAMOUR. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*)

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXVIII, 1880-81; Transunti, vol. V, fasc. 6, seduta del 20 febbraio 1881. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario, anno XXXIII, sessione VIa del 23 maggio 1880. Roma, 1880; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 14 MARS 1881,

PRÉSIDÉE PAR M. EDM. BECQUEREL.

M. Edm. Becquerel, Président de l'Académie pour l'année 1880, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Avant de proclamer les lauréats des prix décernés par l'Académie, permettez que mes premières paroles soient consacrées à la mémoire de l'illustre doyen de la Section de Géométrie, Michel Chasles, que nous avons eu la douleur de perdre cette année.

» Il y a trois mois à peine, rien ne faisait pressentir une fin aussi prochaine; la vivacité de son intelligence était restée la même, et son ardeur pour la Science ne s'était pas ralentie. Une voix plus autorisée que la mienne vous dira plus tard comment ses découvertes et les méthodes nouvelles dont il a enrichi la Science pendant sa longue carrière le placent au rang des grands géomètres. Simple dans ses manières et toujours bienveillant, Chasles joignait aux qualités de l'esprit les qualités du cœur, qui l'ont fait aimer de tous les Membres de notre Compagnie et laissent parmi eux un précieux souvenir.

» Les travaux importants que l'Académie couronne répondent à des questions proposées, ou sont dus à l'initiative des auteurs. Il est juste en effet que le savant, tout en parcourant sa route selon ses inspirations, faisant preuve de toute son originalité et conduit à de nouvelles découvertes,

puisse prendre part à nos Concours. C'est dans cette pensée qu'ont été institués depuis près d'un siècle une partie de nos prix : le prix fondé par l'astronome Lalande, les prix Montyon, Lacaze, Poncelet et d'autres encore qui permettent à l'Académie de récompenser les travaux les plus remarquables dans les différentes branches des Sciences mathématiques, physiques et naturelles, quels que soient les sujets traités par les auteurs.

» La question proposée pour le grand prix des Sciences mathématiques était la suivante : « Perfectionner en quelque point important la théorie des » équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante. »

» L'Académie décerne ce prix à M. Halphen, capitaine d'Artillerie et répétiteur à l'École Polytechnique. M. Halphen a fait preuve d'un talent mathématique de l'ordre le plus élevé, et le travail qu'il a présenté ajoute, à la théorie des équations différentielles linéaires, des méthodes générales et des résultats d'une haute importance.

» Elle accorde des mentions très honorables à M. Poincaré, ingénieur des Mines et professeur à la Faculté des Sciences de Caen, jeune géomètre dont les premiers travaux sont très dignes d'attirer l'attention, ainsi qu'à l'auteur du Mémoire n° 3 du Concours.

» La médaille de la fondation Lalande est décernée à M. Stone, actuellement directeur de l'Observatoire de Radcliffe, à Oxford, pour un travail des plus importants sur l'Astronomie stellaire.

» En 1750, l'abbé de Lacaille, Membre de l'Académie des Sciences, s'était transporté au cap de Bonne-Espérance, où il avait déterminé la position de dix mille étoiles du ciel austral : travail ardu et pénible, exécuté avec une rapidité et une exactitude surprenantes pour l'époque, et dont Lacaille ne devait pas recueillir les fruits.

» Plus d'un siècle s'était écoulé depuis les observations de notre illustre confrère, lorsque M. Stone alla s'installer au Cap et observa de nouveau toutes les étoiles de Lacaille; il vient d'en publier un Catalogue, dont la comparaison avec celui de son prédécesseur indique les changements qui se sont accomplis dans la position de ces étoiles : c'est la détermination de leurs mouvements propres.

» Ces mouvements se rattachent à l'une des questions les plus élevées de l'Astronomie, la translation du système solaire dans l'espace, que la discussion des observations de Lacaille et de M. Stone permet de mieux interpréter qu'on ne l'avait fait jusqu'ici.

» Un autre sujet d'études non moins intéressantes a valu à M. Tempel, astronome à l'Observatoire d'Arcetri, près Florence, le prix Valz.

» M. Tempel s'est presque uniquement livré à l'observation des comètes, ces astres singuliers, dont l'apparition, la plupart du temps, est imprévue, et dont plusieurs reparaissent périodiquement. Il a commencé ses recherches à Marseille, où il a découvert dix comètes, et depuis, soit à Milan, soit à Arcetri, il a doublé ce nombre. On doit ajouter que sur les onze comètes périodiques dont le retour a été observé jusqu'ici, il en a découvert trois.

» M. Tempel est, depuis Messier, le plus intrépide chercheur de comètes; quand on s'attend au retour d'un de ces astres, c'est presque toujours lui qui l'aperçoit le premier.

» Le prix Trémont est donné à M. Vinot, fondateur et directeur du journal *le Ciel*.

» L'Académie a voulu témoigner ainsi à M. Vinot tout l'intérêt qu'elle prend à la publication d'un Recueil destiné à répandre des connaissances astronomiques élémentaires précises et l'aider dans cette œuvre utile, qu'il poursuit encore actuellement.

» Le prix Montyon des Arts mécaniques est décerné à M. Cornut, ingénieur en chef de l'Association du nord de la France, qui a publié, sous forme de Notes, un Recueil ayant pour titre: « Catalogue descriptif et raisonné des défauts de tôle, corrosions et incrustations ».

» Des publications de ce genre ne peuvent que contribuer puissamment à préciser les précautions à prendre, dans les usines, pour la conservation des chaudières à vapeur, et à éviter les désastres produits par leur explosion; aussi l'Académie a-t-elle voulu encourager une tentative sérieuse, faite dans cette voie, en couronnant l'œuvre de M. Cornut.

» Le prix Poncelet, destiné à récompenser l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, est décerné à M. Léauté, ingénieur des Manufactures de l'État et répétiteur à l'École Polytechnique, pour l'ensemble de ses nombreux et importants Mémoires qui se rapportent à la Mécanique.

» Le sujet du prix Bordin, proposé pour 1876 et remis à 1878, puis à 1880, était de trouver le moyen de faire disparaître, ou du moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la

combustion sortant des cheminées, sur les chemins de fer, sur les bateaux à vapeur, ainsi que dans les villes à proximité des usines à feu.

» Une récompense, sur ce prix, est donnée à M. Lan, ingénieur en chef des Mines et professeur à l'École des Mines. M. Lan a exposé, dans ses Leçons, les principes du mode de combustion au moyen des appareils gazogènes, et en a fait l'application dans une importante usine, à Beaucaire, où la production de la vapeur et les diverses opérations du chauffage de l'acier se font sans l'apparition des fumées noires et épaisses qui couvrent encore beaucoup d'établissements de ce genre.

» Un encouragement sur le prix Montyon des Arts insalubres est donné à M. Birckel, ingénieur civil attaché aux mines de Pechelbronn, pour une modification apportée à la lampe de sûreté de Davy. Cette modification est des plus simples et consiste à déterminer à volonté l'extinction graduelle ou totale de la lampe à l'aide d'enveloppes métalliques mobiles, de façon à éviter une explosion quand le milieu ambiant est fortement chargé de grisou. Les mineurs qui en ont fait usage ont trouvé une grande sécurité dans son emploi.

» La découverte par M. Graham Bell du téléphone magnéto-électrique articulant, qui transmet télégraphiquement la parole à distance, est certainement l'une des plus étonnantes et des plus originales de l'époque. Elle a révélé un fait scientifique nouveau, la mobilité de la distribution magnétique dans un aimant ainsi que celle de l'état électrique d'un fil voisin, lesquelles sont en rapport avec les mouvements si complexes que les modulations de la parole communiquent à une petite lame de fer servant d'armature à l'aimant. Aussi M. Graham Bell a-t-il reçu du Gouvernement français, il y a un an, le prix Volta, destiné à récompenser l'application la plus importante de l'électricité et faite dans ces dernières années.

» Mais, quand il s'agit de transmettre la parole à de grandes distances, il faut que l'intensité des sons transmis soit suffisante et que l'articulation des mots ne cesse pas d'être distincte. C'est en vue de la solution de cette question que l'Académie avait proposé pour sujet du prix Vaillant le perfectionnement en quelque point important de la télégraphie phonétique.

» La Commission n'a pas trouvé que les résultats obtenus jusqu'ici fussent assez complets pour mériter le prix; mais, parmi les personnes qui se sont efforcées de perfectionner les téléphones, elle a distingué M. Ader,

auteur d'un certain nombre de dispositions téléphoniques des plus ingénieuses, qui révèlent une bonne entente des données scientifiques.

» L'Académie, d'après la proposition de la Commission, accorde à M. Ader une récompense pour l'encourager à poursuivre ses intéressantes recherches.

» Le prix Jecker est décerné à M. E. Demarçay, auteur de nombreux et importants travaux de Chimie organique.

» Il me serait difficile, sans entrer dans des détails trop spéciaux, de faire apprécier tout le mérite des longues et persévérantes études de ce jeune savant; je me bornerai à dire que, parmi les recherches qui lui ont valu cette haute récompense, on doit citer un travail d'ensemble des plus remarquables renfermant la préparation de nombreux composés qui peuvent servir de types à une nouvelle classe de corps.

» Le prix Gegner, destiné à aider, dans ses recherches, un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux poursuivis en faveur des sciences positives, est donné à M. Jacquelain, ancien chef du laboratoire de Chimie à l'École Centrale des Arts et Manufactures et auteur de travaux de Chimie analytique faits avec la plus grande précision. Personne n'a pris plus de soin que M. Jacquelain pour la préparation à l'état de pureté d'un grand nombre de substances.

» Une de ses observations les plus curieuses est la transformation que subit le diamant sous l'action de la chaleur lorsqu'il est placé au milieu de l'arc voltaïque. Dans ces conditions, le diamant perd sa transparence, se gonfle et se change en graphite; il brûle alors rapidement.

» On n'a pas trouvé jusqu'ici à réaliser la transformation inverse, celle du charbon en diamant.

» Différents travaux et Mémoires sur des questions importantes de Géologie ont été présentés pour les Concours des prix Bordin et Gay.

» L'Ouvrage très étendu de M. Gosselet, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, a pour titre « Esquisse géologique du nord de la France » et renferme une étude complète de l'Ardenne, c'est-à-dire d'un pays comprenant l'ensemble des terrains primaires, et qui s'étend sur le territoire français et sur le territoire belge.

» M. Gosselet a suivi avec le plus grand soin les assises de ces terrains et en a montré les dispositions diverses d'après leurs caractères stratigra-

phiques et paléontologiques. Mais son œuvre capitale est l'étude de la structure du bassin houiller franco-belge, fruit de vingt-cinq années de recherches non interrompues; les connaissances que l'on possède actuellement à cet égard, et auxquelles M. Gosselet a eu une large part, sont de nature à rendre d'importants services à l'industrie de la houille.

» L'Académie décerne à M. Gosselet le prix Bordin pour 1880.

» MM. Falsan et Chantre ont présenté, pour le même concours, un ouvrage intitulé « Monographie géologique des anciens glaciers et des terrains erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône ».

» On admet généralement aujourd'hui qu'un régime climatérique bien différent de celui où nous vivons maintenant, et qui a reçu le nom de *période glaciaire*, a régné pendant l'âge géologique qui a précédé le nôtre. Cette période de froid, dont l'explication n'est pas connue, est attestée par des vestiges laissés à la surface de l'Europe et dans d'autres contrées ; ils consistent soit en surfaces striées et polies que présentent certaines roches sur les flancs des montagnes, soit en blocs erratiques disséminés et accumulés qui sont des témoins de glaciers actuellement disparus.

» Les proportions de ces glaciers étaient énormes, car dans la vallée du Rhône, à Grenoble par exemple, les traces laissées sur les roches indiquent 1000^{m} d'épaisseur pour un ancien glacier dont les immenses rameaux, épanouis en éventail, s'étendaient d'un côté entre les Alpes et le Dauphiné, et de l'autre entre les montagnes du Lyonnais et du Beaujolais.

» Un grand intérêt s'attache à la détermination exacte de ces vestiges d'un âge antérieur; aussi l'important Ouvrage de MM. Falsan et Chantre a-t-il particulièrement attiré l'attention de la Commission par le nombre et la précision des détails qu'il renferme.

» L'Académie décerne à MM. Falsan et Chantre un autre prix Bordin.

» Elle accorde une mention honorable à M. Louis Collot, auteur de la description géologique des environs d'Aix en Provence, travail qui constitue un ensemble utile à la Science et très digne d'éloges.

» La question proposée pour sujet du prix Gay était l'étude des mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours, ainsi que leurs rapports avec les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres.

» Plusieurs Mémoires ont été adressés à l'Académie; tous portent la

trace d'efforts très sérieux faits par leurs auteurs afin d'éclairer cette question si intéressante pour la Géologie et la Géographie physique, mais la Commission a particulièrement distingué, comme très dignes d'encouragement, les Mémoires inscrits sous les n°s 1 et 3 du Concours.

» M. Delage, auteur du Mémoire n° 1, a spécialement porté son attention sur les phénomènes géologiqnes, et il a montré, par l'examen des dépôts observés dans des sondages, que les côtes du nord de la Bretagne ont subi un affaissement dans les temps préhistoriques, puis se sont exhaussées et ont été recouvertes de tourbières et de forêts; un second affaissement a eu lieu et a amené un dépôt de couches marines postérieurement à Jules César, et un second exhaussement a relevé ces couches au-dessus du niveau des marées. Ce double mouvement oscillatoire à longue période a donc modifié à diverses reprises les côtes du nord de la Bretagne.

» M. Alexandre Chèvremont, auteur du Mémoire n° 3, a présenté une étude très détaillée de tout le golfe compris entre Cherbourg et Brest, et notamment le mont Saint-Michel et le marais de Dol, ainsi que celle des mouvements d'exhaussement et d'abaissement de ce littoral.

» L'Académie, sur la proposition de la Commission, accorde des récompenses à M. Delage et à M. Chèvremont.

» Les différentes fondations relatives aux prix de Médecine et de Chirurgie ont permis de couronner des œuvres diverses et très dignes d'attirer l'attention :

» Un prix Montyon est décerné à M. le Dr Charcot, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, pour un important Ouvrage ayant pour titre « Leçons sur les localisations des maladies du cerveau », dans lequel la Médecine et la Chirurgie peuvent trouver de précieuses données pour le diagnostic du siège de certaines lésions du crâne et du cerveau;

» Un autre prix à M. le Dr Sappey, également professeur à la Faculté de Médecine, pour des recherches sur l'appareil lymphatique des poissons, Ouvrage faisant suite aux belles recherches de cet habile anatomiste sur l'appareil lymphatique chez l'homme;

» Un autre prix encore à M. le Dr Louis Jullien, pour ses Ouvrages médicaux d'un haut intérêt.

» Des mentions honorables sont accordées :

» A M. Joannes Chatin, maître de conférences à la Faculté des Sciences, pour un Ouvrage intitulé « Les organes des sens dans la série animale », œuvre bien conçue, renfermant les résultats de recherches originales de l'auteur et présentant une grande netteté d'exposition;

» A M. Gréhant, aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle, pour des travaux sur l'action de l'oxyde de carbone, recherches expérimentales ayant de l'intérêt non seulement au point de vue de la Physiologie, mais encore pour la Pathologie;

» A M. le Dr Guibout, pour de nouvelles leçons cliniques sur les maladies de la peau, Ouvrage des plus consciencieux et qui mérite d'être encouragé.

» Enfin, la Commission a proposé pour des citations MM. Leven, Manassei, Masse, Nepveu, Rambosson, Trumet de Fontarce.

» La Commission du prix Bréant concernant la guérison du choléra asiatique n'a trouvé cette année, comme les années précédentes, aucun travail qui méritât d'être couronné; mais, après avoir examiné les Ouvrages qui, selon les intentions du testateur, peuvent prétendre aux intérêts annuels de la somme de *cent mille francs* léguée à l'Académie comme prix, elle a fixé son choix sur les travaux physiologiques publiés dans ces dernières années par M. Gabriel Colin, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort.

» L'Académie, en adoptant cette proposition, a voulu récompenser ce savant physiologiste pour l'habileté et la persévérance avec lesquelles il a poursuivi ses recherches.

» Le prix Godard est décerné à M. le Dr Paul Segond pour un important Ouvrage de Chirurgie;

» Le prix Barbier, à M. le Dr Quinquaud pour ses recherches d'Hématologie clinique, dans lesquelles il a montré autant de sagacité comme médecin que d'habileté comme chimiste, en déterminant avec précision la quantité d'oxygène qui circule avec le sang chez l'homme à l'état de santé, ainsi que dans les différentes maladies.

» Le prix Dusgate, pour l'auteur du meilleur Ouvrage sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées, n'est pas décerné; mais des récompenses ont été accordées à MM. les Drs Onimus, H. Peyraud et G. Le Bon, dont les recherches, sur la question, méritent à des titres divers une sérieuse attention.

» Conformément aux vœux exprimés par M. Boudet, sa famille a fondé un prix pour être décerné par l'Académie des Sciences, cette année, à l'au-

teur qui aura fait faire un progrès à l'art de guérir en s'inspirant des travaux de notre éminent confrère M. Pasteur sur la fermentation et les organismes inférieurs.

» La Commission, après avoir examiné les travaux accomplis dans cette voie pendant ces dernières années, a reconnu que ceux de M. le D[r] Lister, de Londres, répondaient mieux que tout autre à l'intention du donateur.

» M. Lister s'est proposé de détruire les germes autour des plaies, et, en faisant usage de préparations phéniquées, il est arrivé à une série de moyens qui constituent ce qu'il a appelé le *pansement antiseptique* et que l'on a nommé avec justice le *pansement de Lister*. Les résultats donnés par ce pansement sont des guérisons plus rapides, une proportion moindre d'infections purulentes et, d'après les termes du Rapport, une diminution au delà de toute espérance d'accidents mortels consécutifs de certaines opérations chirurgicales.

» L'Académie décerne à M. Lister le prix Boudet, en raison des changements si heureux qu'il a introduits dans le traitement des plaies.

» M. le D[r] Ricoux, de Philippeville, a adressé, pour le Concours de Statistique de la fondation Montyon, un Ouvrage intitulé « La démographie » figurée de l'Algérie » et renfermant des recherches statistiques sur la population de notre colonie, ainsi que des appréciations au point de vue de l'acclimatement des Européens.

» M. Ricoux s'occupe d'abord de l'état statique de la population; il suit les naissances, les mariages, les décès dans les diverses nationalités et même dans leurs croisements. Il faut observer que, en Algérie, la population implantée est formée pour moitié environ de Français, et pour l'autre moitié d'Espagnols, d'Italiens, de Maltais et d'Allemands.

» Dans une autre partie de son travail, l'auteur arrive à conclure que l'acclimatement, en Algérie, des Espagnols, Italiens, Maltais et Français méridionaux peut être regardé comme certain, mais non celui des Allemands. La Commission fait, à cet égard, des réserves sur les conjectures étrangères à la Statistique et développées à cette occasion; mais, cet Ouvrage renfermant des résultats et des Tableaux qui seront toujours très utilement consultés, l'Académie décerne à M. le D[r] Ricoux le prix de Statistique.

» Des mentions honorables sont accordées à M. A. Marvaud pour son travail sur la phthisie dans l'armée, ainsi qu'à M. A. Pamard pour son Mémoire concernant la mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon.

» Une question intéressante, se rapportant aux animaux inférieurs, vient d'être résolue, grâce aux observations persévérantes de MM. Émile Jolly, médecin major, et Vayssières, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

» Il existe dans nos ruisseaux un petit animal fort étrange, ayant six pattes comme un insecte, mais recouvert d'un test pierreux; aussi était-il regardé comme un Crustacé jusque dans ces dernières années, lorsque M. Jolly, par une nouvelle étude, soupçonna que cet animal, dans lequel il avait constaté la présence de trachées, était la larve d'un insecte de la famille des Éphémères.

» Cette probabilité a été changée en certitude par les observations de M. Vayssières, qui vit plusieurs individus se transformer en insectes pourvu d'ailes.

» L'Académie décerne le prix Thore à M. Vayssières, pour ses observations pleines d'intérêt, et accorde un prix semblable à M. Jolly, dont les études préparatoires ont conduit à ce curieux résultat.

» Le prix de Physiologie expérimentale de la fondation Montyon est décerné à M. Gaston Bonnier, maître de conférences à l'École Normale supérieure, pour d'importantes recherches de Physiologie végétale.

» Les fleurs d'un grand nombre de plantes laissent échapper, par certaines parties désignées sous le nom de *nectaires*, des liquides sucrés ou mielleux, recherchés avec avidité par divers insectes et particulièrement par les abeilles. M. Bonnier, qui a étudié avec beaucoup de soin la structure des parties nectarifères des fleurs ainsi que le mode de formation et les usages physiologiques des produits qu'elles fournissent, a conclu de ses savantes recherches que le sucre s'accumule dans les nectaires pour servir à la nutrition d'organes voisins, après sa transformation préalable en glucose, ou sucre incristallisable, par voie de fermentation.

» Passant alors à un autre ordre de faits, M. Bonnier a examiné si la couleur des fleurs ainsi que leur odeur et leur forme n'auraient pas, comme le pensent plusieurs naturalistes, quelque influence pour attirer les insectes avides de sucre; en plaçant à proximité d'abeilles libres des morceaux d'étoffe diversement colorés et également enduits de matière saccharine, il n'a reconnu aucune relation entre la couleur et le nombre des abeilles qui allaient butiner sur les étoffes. Suivant lui, la forme des fleurs n'exerce pas non plus d'action de ce genre.

» Ces observations délicates et ces expériences pleines d'intérêt donnent

une explication satisfaisante de beaucoup de faits jusqu'alors difficiles à interpréter.

» Le prix de la Fons-Mélicocq, destiné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, est décerné à M. Éloy de Vicq, pour ses études sur la végétation du littoral du département de la Somme, ainsi que pour des Catalogues des mousses et hépatiques de l'arrondissement d'Abbeville, qui étendent et complètent les anciennes recherches de ce savant botaniste.

» Une récompense sur le prix Desmazières est donnée à M. Lamy de la Chapelle, qui, par ses Catalogues raisonnés des mousses, des hépatiques et des lichens du mont Dore et de la Haute-Vienne, a utilement contribué à la connaissance de la végétation cryptogamique de la France.

» L'Académie a toujours encouragé les entreprises et les expéditions lointaines qui apportent à la civilisation des éléments de progrès. Parmi les voyageurs qui explorent les contrées les moins accessibles pour y découvrir des voies de communication ou y recueillir les documents scientifiques les plus précieux, elle réclame aujourd'hui une place d'élite pour les lauréats des prix Savigny et Delalande-Guérineau.

» Elle décerne le prix Savigny, destiné aux naturalistes voyageurs, à M. Alfred Grandidier, pour ses recherches sur les faunes de Zanzibar et de Madagascar.

» Cette dernière contrée est située bien près de la côte d'Afrique, dont elle est séparée par le canal de Mozambique; cependant elle ne saurait s'y rattacher comme une dépendance. C'est une île qui, depuis les temps anciens, a eu son existence propre; sa géologie, sa flore, sa faune, entièrement distinctes de celles de l'Afrique, semblent montrer qu'elle reste comme un témoin d'un vaste continent aujourd'hui disparu.

» Les Howas, ainsi que les peuplades indépendantes qui habitent le sud et l'ouest, s'étaient opposés jusqu'ici à ce que les étrangers pénétrassent dans l'intérieur du pays. M. Grandidier a le premier réussi à le traverser; il a consacré plusieurs années à parcourir cette contrée et à recueillir les végétaux ainsi que les animaux, dont les types bizarres et étranges offrent aux naturalistes, au point de vue de la distribution géographique, les rapprochements les plus intéressants.

» De retour en France, il a entrepris à ses frais une publication très importante, qui ne comprendra pas moins de trente Volumes et de

quinze cents Planches; c'est une sorte de monographie de Madagascar, où seront traitées la Géographie, la Météorologie, l'Histoire physique et naturelle de ce curieux pays.

» L'Académie, en donnant le prix Savigny à M. Grandidier, montre tout l'intérêt qu'elle attache aux recherches et aux publications de ce savant naturaliste.

» Le prix Delalande-Guérineau, pour le voyageur français ou le savant qui aura rendu le plus de services à la France ou à la Science, est décerné à M. Jean Dupuis, qui a parcouru seul, à l'aide de ses propres ressources, avec autant de hardiesse que de persévérance, une contrée de l'extrême Orient, le Tonkin, qui touche à nos possessions cochinchinoises.

» M. Dupuis a pénétré dans ce pays, jusque-là inexploré par les Européens, et a montré, le premier, la possibilité de naviguer sur le Song-koi ou fleuve Rouge; il a minutieusement exploré ce fleuve et la contrée qu'il traverse; il a constaté l'abondance des produits naturels, tels que mines de houille, de fer, d'étain, de cuivre, d'argent, d'or, de cristal de roche, ainsi que la présence de végétaux et d'animaux de toute espèce.

» A la tête d'une expédition et à l'aide d'une flottille équipées à ses frais, il avait réusssi à s'établir dans le pays lorsqu'il dut renoncer à son entreprise par suite de transactions entre les Gouvernements français et annamite. Il est maintenant rentré en France, après avoir perdu tout le fruit de sa longue et laborieuse carrière.

» L'Académie a voulu récompenser par un prix cet énergique et hardi explorateur, qui a ouvert à la Science et au commerce un grand et riche pays.

» Tels sont les résultats des Concours de cette année, et pour l'exposé desquels j'ai fait de nombreux emprunts aux Rapports des diverses Commissions de prix. En dehors des œuvres qu'elle couronne, l'Académie a reçu un grand nombre de Mémoires, dont ses publications attestent la variété et l'importance, et qui montrent que, dans nos écoles et dans nos laboratoires, l'activité scientifique, loin de se ralentir, prend chaque jour plus de développements.

» Je ne saurais terminer cette lecture sans parler de l'achèvement d'une œuvre capitale, due à l'illustre doyen de la Section d'Anatomie et Zoologie, M. Milne Edwards. Commencées il y a un quart de siècle environ, les « Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparées de l'homme et des

animaux » comprennent quatorze Volumes, dont l'ensemble constitue un monument remarquable qui fait époque dans l'histoire des Sciences naturelles.

» Je suis heureux de pouvoir rappeler ici l'accord unanime avec lequel les savants de tous pays se sont réunis, à l'occasion de cette publication, pour offrir à notre vénéré confrère un témoignage de leur profonde admiration.

» Le prix fondé par Mme la marquise de Laplace pour être décerné chaque année par l'Académie à l'élève sorti le premier de l'École Polytechnique est donné à M. Termier (Pierre-Marie), élève ingénieur des Mines.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1880.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux, Bouquet, Hermite rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet d'un grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1880 la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante.* »

Six Mémoires ont été envoyés au Concours. Quatre d'entre eux, inscrits sous les nos 1, 2, 3, 5, témoignent chez leurs auteurs d'une science étendue et d'un esprit ingénieux. Nous allons en rendre compte succinctement.

Dans les travaux dont la théorie générale des équations différentielles linéaires a été récemment l'objet, on a eu principalement en vue d'obtenir l'intégrale dans les cas où elle peut s'exprimer par des fonctions uniformes de la variable. Les belles découvertes de M. Fuchs, qui ont joué le principal rôle dans ces recherches, servent également de base pour l'étude plus profonde et plus difficile entreprise par l'auteur du Mémoire n° 1, portant pour épigraphe : « *C'est ici un livre de bonne foi, lecteur.* » Il part de ce fait que la transformée d'une équation différentielle linéaire obtenue en substituant à la variable indépendante une fonction quelconque d'une nouvelle variable est une équation linéaire de même ordre, et qu'il en est de même si l'on multiplie l'inconnue par une seconde fonction arbitraire de cette nouvelle variable. Cela étant, l'auteur se propose de déterminer ces deux fonctions, de manière que l'équation transformée soit à coefficients constants, ou bien soit intégrable au moyen de fonctions uniformes, simplement rationnelles ou doublement périodiques. Ces questions sont, comme on voit, aussi importantes que difficiles; la solution complète et générale qui est exposée dans le Mémoire montre un talent mathématique de l'ordre le plus élevé. Rien n'est plus intéressant que de voir s'introduire dans cette recherche de Calcul intégral les notions algébriques d'invariants qui ont pris naissance dans la théorie des formes, et ces nouvelles combinaisons faire apparaître les éléments cachés dont dépend, sous ses diverses formes analytiques, l'intégration d'une équation donnée. C'est à M. Laguerre qu'est due l'idée ingénieuse et profonde des invariants et covariants des équations différentielles linéaires; il en a tiré pour les équations du troisième et du quatrième ordre plusieurs beaux théorèmes, et M. Brioschi s'est aussi occupé avec succès du même sujet; mais l'auteur du Mémoire que nous analysons en a encore mieux fait ressortir toute l'importance. Il y joint une considération qui joue également dans ses recherches un rôle essentiel : c'est celle du genre d'une équation algébrique entre deux variables, introduite en Analyse par Riemann et qui est si souvent employée dans les travaux de notre époque. Des applications exposées avec tous les détails nécessaires offrent un grand nombre de résultats entièrement nouveaux et du plus haut intérêt. Nous nous bornons à citer comme particulièrement remarquables des équations du troisième et du quatrième ordre contenant un paramètre arbitraire, puis d'autres d'ordre impair se rattachant à la division de l'argument dans les fonctions elliptiques, dont la solution, qui n'est pas une fonction uniforme, est obtenue par ces transcendantes. Nous jugeons que ce Mémoire a ajouté à la théorie des équations différen-

tielles linéaires des méthodes générales et des résultats d'une haute importance, et qu'il est digne du grand prix des Sciences mathématiques.

Le Mémoire n° 2 porte l'épigraphe suivante : « *Per faciliora ad difficiliora deviniendum.* » Il renferme des recherches intéressantes sur les intégrales algébriques que peut admettre l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p\frac{dy}{dx} + qy = 0,$$

où p et q sont des fonctions rationnelles de x. L'auteur démontre diverses propriétés de ces intégrales et donne un procédé pour les trouver, quand elles existent. C'est un bon travail qui mérite d'être signalé dans ce Rapport.

Le Mémoire n° 3 a pour épigraphe : « *Nous sommes si malheureux, que nous ne pouvons prendre plaisir à une chose qu'à condition de nous fâcher si elle réussit mal.* »

L'auteur s'y occupe principalement des propriétés des intégrales dans le voisinage de leurs points singuliers. Ces points, connus *a priori*, sont les points singuliers des coefficients. On considère d'abord un point singulier x_0 tel que les coefficients restent monotropes dans une couronne ayant ce point pour centre. Soit y une fonction quelconque de la variable arbitraire x; l'auteur représente par le symbole $\theta(y)$ la nouvelle valeur acquise par cette fonction lorsque le point dont x est l'affixe fait une révolution autour du point x_0. Un changement de variable indépendante permet d'établir, entre la théorie des équations différentielles linéaires et celle des équations aux différences à coefficients constants, un rapprochement qui donne immédiatement les principales propriétés de l'intégrale étudiée.

Dans le Mémoire n° 5, qui porte l'épigraphe suivante, « *Non inultus premor* », l'auteur traite successivement deux questions entièrement différentes, dont il fait l'étude approfondie avec un talent dont la Commission a été extrêmement frappée. La seconde question, qui reçoit les développements les plus étendus, concerne de belles et importantes recherches de M. Fuchs, dont nous indiquerons en quelques mots l'objet. M. Fuchs s'est proposé de déterminer sous quelles conditions on définit une fonction uniforme en égalant à une indéterminée le quotient des intégrales d'une équation différentielle linéaire du second ordre. Les résultats si remarquables du savant géomètre présentaient dans certains cas des lacunes que l'auteur a reconnues et signalées en complétant ainsi une théorie analytique extrê-

mement intéressante. Cette théorie lui a suggéré l'origine de transcendantes comprenant en particulier les fonctions elliptiques et qui permettent d'obtenir, dans des cas très généraux, la solution des équations linéaires du second ordre. C'est là une voie féconde que l'auteur n'a point parcourue en entier, mais qui témoigne d'un esprit inventif et profond. La Commission ne peut que l'engager à poursuivre ses recherches, en signalant à l'Académie le beau talent dont il a fait preuve.

En résumé, la Commission, à l'unanimité, en renouvelant l'expression de la satisfaction avec laquelle elle a étudié les excellents Mémoires soumis à son jugement, décerne le prix à l'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 1, et exprime le désir que ce travail puisse être inséré au *Recueil des Savants étrangers;* elle propose en outre d'accorder des mentions très honorables aux auteurs des Mémoires inscrits sous le n° 5 et sous le n° 3.

Les conclusions de ce Rapport étant adoptées, M. le Président procède à l'ouverture du pli cacheté qui accompagne le Mémoire n° 1, et proclame le nom de M. **G.-H. Halphen**.

L'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 5 s'est fait connaître et a demandé qu'il fût procédé à l'ouverture de son pli cacheté. M. le Président a proclamé le nom de M. **H. Poincaré.**

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

(Commissaires : MM. l'amiral Jurien de la Gravière, l'amiral Mouchez, l'amiral Pâris, Tresca, Dupuy de Lôme rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1880.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Phillips, Chasles, Rolland, Puiseux, Bertrand rapporteur.)

La Commission propose de décerner cette année le prix Poncelet à M. **Léauté**, ingénieur des machines de l'État, pour l'ensemble de ses travaux relatifs à la Mécanique.

Cette proposition est adoptée.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Phillips, Rolland, Resal, Breguet, Tresca rapporteur.)

L'Ouvrage de M. E. Cornut, intitulé *Catalogue descriptif et raisonné des défauts de tôles, corrosions et incrustations*, est un Recueil dont les éléments sont puisés dans la pratique même de toutes les détériorations que l'on rencontre dans l'emploi des chaudières à vapeur. Il met en relief par de nombreuses figures les effets de destruction qu'elles éprouvent dans leur fonctionnement et analyse les causes auxquelles ils sont dus.

Si des publications de cette nature étaient complétées et répandues, elles contribueraient, sans aucun doute, à mieux préciser les précautions à prendre dans les usines, et serviraient utilement de guide dans les soins qui peuvent si puissamment aider à la bonne conservation des chaudières; elles auraient ainsi pour résultat d'éloigner les désastres qui sont encore trop souvent produits par leurs explosions.

Le Recueil de M. Cornut est une tentative sérieuse faite dans cette voie, et votre Commission a pensé que, en la mettant sous le patronage de votre plus généreux donateur, elle profitait d'une occasion précieuse qui lui était offerte de concourir doublement aux vues de celui qui s'est, dans d'autres fondations, si utilement préoccupé des dangers des professions insalubres.

L'Académie décerne le prix Montyon de Mécanique pour l'année 1880 à M. E. Cornut, ingénieur en chef de l'Association des Propriétaires de machines à vapeur du Nord de la France.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Rolland, Tresca, Phillips, Resal, Dupuy de Lôme rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1880.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Berthelot, Tresca, Henri Sainte-Claire Deville, Rolland rapporteur.)

L'Académie avait proposé successivement, pour 1876, pour 1878 et enfin pour cette année 1880, la question suivante :

« *Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les villes, à proximité des usines à feu.* »

Parmi les procédés divers proposés pour brûler sans fumée les combustibles solides, le plus rationnel, et celui qui semble se prêter le mieux aux applications si variées de la chaleur, est fondé sur la gazéification ou transformation préalable des combustibles solides en gaz combustibles.

Le problème de la gazéification, étudié théoriquement, il y a quarante ans environ, par Ebelmen et divers autres savants français et étrangers, a été depuis lors, dans les usines et les ateliers industriels, l'objet des recherches pratiques de nombreux ingénieurs. La question a pris une nouvelle importance le jour où M. Siemens (vers 1860) dotait l'industrie de ses fours à récupération de chaleur, fours dont se servent aujourd'hui la plupart des usines à feu, et qui exigent la gazéification préalable des combustibles.

Quand on examine les nombreux dispositifs imaginés sous le nom de *gazogènes* pour la transformation des combustibles solides en gaz combustibles, on s'explique les difficultés pratiques du problème ; on apprécie ce qu'il faut d'efforts persévérants, et dirigés scientifiquement, pour faire passer dans la main d'un personnel ouvrier la conduite d'une opération en apparence si simple comme théorie. On comprend que, pour adapter les solutions du problème aux diverses sortes de combustibles, il faille successivement modifier les principes, parfois trop absolus, des premiers expérimentateurs; on reconnaît enfin que la gazéification n'est point seulement un moyen de production des plus hautes températures, mais encore un moyen très efficace d'obtenir la fumivorité des foyers industriels de toutes sortes.

C'est dans cet ordre d'idées que M. Lan, ingénieur en chef des Mines, professeur de Métallurgie à l'École des Mines, poursuit des recherches

depuis quinze ans. Placé à la tête des nombreux établissements de la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry, ce savant ingénieur a créé en 1873-74, à Beaucaire (Gard), une importante usine où il a appliqué les résultats de ses persévérantes études. Cet établissement, qui produit aujourd'hui de vingt-cinq à trente mille tonnes de rails d'acier par an, a été nanti de gazogènes assurant la production de la vapeur et les diverses opérations de chauffage de l'acier à l'aide de combustibles de médiocres qualités (houilles maigres et anthracites du Gard, lignites gras et maigres des Alpes), et cela sans apparition de ces fumées noires et épaisses qui couvrent encore tant d'établissements analogues.

En outre, M. Lan, éclairé par des résultats d'une pratique industrielle déjà longue, expose et vulgarise depuis plusieurs années, dans son Cours à l'École des Mines, les principes rationnels du mode de combustion dont il vient d'être parlé, préparant ainsi de nouveaux progrès pour l'avenir.

Les résultats obtenus par M. **Lan** comme praticien et comme professeur sont d'un haut intérêt pour la suppression ou du moins l'atténuation des inconvénients de la fumée dans l'industrie. A ce double titre, la Commission propose à l'Académie de lui accorder une récompense de *quinze cents francs* sur la fondation Bordin et de retirer la question du Concours.

Ces conclusions sont adoptées.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Mouchez, Lœwy, Janssen,
Tisserand rapporteur).

La Commission du prix Lalande propose de décerner le prix à M. **Stone**.

M. Stone a été pendant longtemps un des astronomes les plus distingués de l'Observatoire de Greenwich; il a publié de nombreux et importants travaux, dans les *Mémoires de la Société royale astronomique*, sur les mouvements propres des étoiles, sur le mouvement de translation du système solaire, sur la détermination de la constante de la nutation, etc.

Mais ce qui a frappé le plus la Commission, c'est la publication d'un

Catalogue de 10000 étoiles du ciel austral. M. Stone avait été chargé en 1871 de la direction de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance; il résolut de réobserver plusieurs fois chacune des 10000 étoiles observées par l'illustre Lacaille de 1750 à 1754, pendant son séjour au Cap.

C'est l'ensemble de ces observations, avec les réductions correspondantes, que M. Stone vient de publier sous forme de Catalogue. De la comparaison des observations récentes et de celles de Lacaille résulte la détermination des mouvements propres d'un grand nombre d'étoiles. Au point de vue de la connaissance approfondie du ciel austral, le Catalogue de M. Stone est d'une importance fondamentale, et l'auteur était certainement très digne d'obtenir le prix Lalande.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, amiral Mouchez, Lœwy, Janssen, Tisserand rapporteur.)

La Commission du prix Valz propose à l'Académie de décerner le prix à M. Tempel.

Depuis 1864, M. Tempel a découvert vingt comètes, soit à Marseille, ou à Milan, ou à Arcetri, près Florence; de ces comètes, deux sont périodiques et ont pour périodes cinq ans et six ans environ.

Enfin, quand le retour d'une des autres comètes périodiques est attendu, c'est presque toujours M. Tempel qui la retrouve le premier.

M. Tempel était digne à tous égards de remporter le prix Valz.

La proposition de la Commission est adoptée.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

(Prix du Budget).

(Concours prorogé de 1872 à 1875, puis à 1878, et enfin à 1880.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Bertrand, Des Cloizeaux, Hermite, Cornu rapporteur.)

L'Académie avait proposé l'*Etude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés au double point de vue expérimental et théorique.*

Un seul Mémoire, portant l'épigraphe *Frappez et l'on vous ouvrira,* a été présenté au Concours. L'auteur a cherché plutôt à créer une théorie de la constitution intime des corps solides en harmonie avec les idées de la Thermodynamique qu'à étudier dans le détail la théorie des corps élastiques; malgré les idées ingénieuses et le savoir très étendu dont l'auteur a fait preuve dans ce travail, la Commission n'a pas jugé qu'il ait suivi d'assez près l'esprit du programme pour mériter le prix proposé. En conséquence, la Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix ; elle propose à l'Académie de proroger le Concours jusqu'à l'année 1882.

Cette proposition est adoptée. (Voir page 626).

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Fizeau, du Moncel, Breguet, Cornu, Ed. Becquerel rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.* »

Depuis la découverte du téléphone magnéto-électrique articulant par M. Graham Bell en 1876, on a cherché à perfectionner cet appareil si remarquable et à le rendre applicable à la télégraphie lorsqu'il s'agit de transmettre la parole à de grandes distances. Pour atteindre ce but, non seulement la transmission des sons doit se faire avec une intensité suffisante et l'articulation des mots doit être toujours distincte, mais encore il est nécessaire d'atténuer et même d'éliminer les effets d'induction produits par les fils voisins de ceux qui servent au téléphone et qui sont parcourus par les courants électriques des télégraphes.

Parmi les personnes qui se sont livrées à ces recherches, la Commission a distingué M. Ader, auteur d'un certain nombre de dispositions téléphoniques ingénieuses, dont plusieurs sont déjà mises en pratique. On peut signaler, entre autres, une disposition du transmetteur du téléphone à pile, et l'addition, dans le récepteur, d'une armature en fer doux permettant de renforcer l'action magnétique exercée sur la plaque mobile, et par suite d'accroître la puissance du téléphone.

Sans doute bien des travaux sont encore à faire dans cette voie, mais la Commission, désirant témoigner à M. Ader l'intérêt qu'elle a pris à ses recherches, conduites avec une bonne entente des données scientifiques, et l'engager à poursuivre ses expériences, propose à l'Académie de lui accorder sur la valeur du prix Vaillant, et à titre de récompense, une somme de *trois mille francs*.

Cette proposition est adoptée. La question proposée est retirée du Concours.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Cosson, Boussingault; de la Gournerie, Bouley et Lalanne rapporteurs.)

Rapports sur les travaux de MM. **R. Ricoux** *et* **A. Pamard**; *par* M. de la Gournerie.

M. **R. Ricoux**, docteur-médecin, né et fixé à Philippeville, a soumis à l'Académie un Ouvrage intitulé « La Démographie figurée de l'Algérie ». On y trouve des recherches statistiques sur la population de notre grande colonie africaine et une appréciation des résultats constatés, faite au point de vue de l'acclimatement des Européens.

M. Ricoux avait déjà examiné cette dernière question dans un Mémoire pour lequel une mention honorable lui a été accordée au Concours de Statistique de 1875.

Dans son nouveau travail, l'auteur s'occupe d'abord de l'état statique de la population; il fait connaître, pour la partie implantée, la composition par sexes, par âges et par professions; puis la division en nationalités, dis-

tinguant, pour chacune d'elles, les personnes nées en Afrique de celles qui sont venues d'Europe; enfin l'accroissement du nombre des habitants depuis 1830, tant par l'immigration que par les naissances.

Cette partie de l'Ouvrage a été établie d'après les résultats de la Statistique officielle. Bien qu'elle soit incomplète sur certains points, on la consultera toujours avec intérêt. Nous nous bornons à dire que la population implantée se compose presque entièrement de Français, d'Espagnols, d'Italiens, de Maltais et d'Allemands, et que le nombre des Français y est à peu près égal à celui des étrangers.

Les Chapitres suivants sont consacrés aux mariages, aux naissances et aux décès; ils présentent des questions très complexes, parce que l'auteur s'est proposé de suivre chacune des nationalités dans son groupe principal et dans ses croisements.

Les documents officiels ne donnant pas des renseignements suffisants pour ces recherches, M. Ricoux a dépouillé minutieusement les registres de l'état civil de Philippeville. Les différentes nationalités européennes sont représentées dans cette ville à peu près dans le rapport de leur importance numérique en Algérie. Par suite de cette circonstance, M. Ricoux pense que les résultats qu'il a obtenus, bien que recueillis dans une seule localité, ont des grandeurs très approchées de celles qui conviendraient à toute la colonie.

Une semblable généralisation ne peut donner que des aperçus; les nombres relatifs à Philippeville, notamment en ce qui concerne les mariages entre personnes provenant de nations différentes, doivent être considérés comme formant une monographie démographique pour cette ville.

Plusieurs statisticiens donnent les noms de *matrimonialité*, *natalité* et *mortalité* aux quotients que l'on obtient en divisant les nombres des mariages, des naissances et des décès par la population. Toute circonstance qui exerce une influence sur le chiffre de la population affecte, par cela seul, ces trois éléments. Si une forte épidémie vient frapper les vieillards, la population étant diminuée, la matrimonialité et la natalité augmenteront, bien que les nombres des mariages et des naissances restent les mêmes.

L'Algérie, par suite de la manière dont sa population s'est constituée, contient relativement moins de vieillards que les nations européennes; il suit de là que notre colonie est, par rapport à ces nations, sous le rapport de la matrimonialité et de la natalité dans le cas spécial que j'ai supposé.

M. Ricoux a trouvé que le nombre des mariages contractés dans l'Al-

gérie en 1866, réduit à une population de 10 000 âmes, est de 86, tandis qu'en France il ne s'élève qu'à 80, pour chacune des années comprises dans la période de 1856 à 1865. Frappé de ce résultat, qui, contrairement à ses prévisions, attribue à l'Algérie une matrimonialité plus grande, il a rapporté le nombre des mariages, non plus à la population totale, mais à la population *mariable,* qu'il regarde comme étant formée des célibataires et des veufs âgés de quinze à soixante ans. Le nombre des personnes mariables étant représenté par 10 000, celui des mariages est en France de 572, et en Algérie de 303 seulement. D'après cela, si l'on ignore la situation de fortune, les habitudes et le sexe d'une personne, et qu'on sache seulement qu'elle a plus de quinze ans et moins de soixante, on devra regarder qu'en France son mariage pendant l'année sera beaucoup plus probable qu'en Algérie. M. Ricoux, après avoir discuté ces questions, arrive à conclure que « la prétendue mesure de l'aptitude au mariage donnée par le rapport des célébrations annuelles à la population générale est fallacieuse ».

Nous avons cru pouvoir insister sur ce point parce que, dans diverses branches de la Statistique, il existe une tendance à représenter toute une série de résultats par un seul nombre, coefficient, moyenne ou pourcentage. On peut le faire dans bien des cas, pour des problèmes déterminés, mais il est important d'avoir toujours la définition de ces nombres présente à l'esprit. La matrimonialité d'une population n'est véritablement connue que lorsqu'on possède une Table donnant par sexe et pour chaque âge le nombre des mariages et celui des célibataires et des veufs.

Le Chapitre relatif aux croisements contient des résultats numériques qui, plus tard, contribueront à faire connaître la formation de la population. Les Français s'allient fréquemment aux Espagnols et aux Italiens, quelquefois aux Allemands et aux Maltais. De 1830 à 1877, on constate sur les registres des mairies 120 mariages dans lesquels un des conjoints est chrétien et l'autre musulman.

En Afrique comme en Europe, le nombre des naissances est plus grand pour les garçons que pour les filles. Ce rapport a décru d'une manière assez régulière de 1,17 pour la période de 1830 à 1833 jusqu'à 1,03 pour la période de 1873 à 1877. Il est plus grand pour les morts-nés et plus petit pour les enfants illégitimes, ainsi que cela a lieu de ce côté de la Méditerranée ; mais une différence importante se manifeste : tandis que dans tous les pays de l'Europe l'illégitimité augmente le nombre des morts-nés, elle le diminue en Afrique de près de moitié. M. Ricoux pense que ce résultat provient de ce que, l'opinion étant plus tolérante en Algérie, la fille-

mère est moins portée à faire disparaître le fruit de ses fautes. Cette interprétation s'accorde avec l'opinion depuis longtemps émise par M. Bertillon, que l'augmentation du nombre des morts-nés dans les naissances illégitimes n'est pas due à des causes physiologiques. Il est possible que cela soit; mais, en l'absence de preuves positives, nous croyons qu'on doit être très réservé dans l'appréciation des causes des faits que la Statistique constate.

M. Ricoux s'occupe ensuite de la mortalité de la population européenne en Algérie, pour les différentes nationalités, et de la marche comparée de la natalité et de la mortalité.

Dans la seconde Partie de son Ouvrage, l'auteur arrive à conclure que l'on doit regarder comme certains l'acclimatement en Algérie des Espagnols, des Italiens, des Maltais et des Français provenant de nos provinces méridionales, et le non-acclimatement des Allemands. Nous faisons des réserves formelles sur les considérations étrangères à la Statistique qu'il développe à cette occasion.

L'examen rapide que nous venons de présenter de la *Démographie figurée de l'Algérie* montre que cet Ouvrage contient un grand nombre de résultats utiles, les uns pris dans les documents officiels, mais réunis et comparés par l'auteur, les autres résultant d'un dépouillement minutieux qu'il a fait des registres de Philippeville.

La Commission accorde à M. **R. Ricoux** le prix de Statistique pour 1880.

M. **Pamard**, docteur-médecin, a adressé à l'Académie un Mémoire manuscrit intitulé « La mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon pendant la période de 1873 à 1877 ».

Il commence par établir que, pour les enfants âgés de moins de cinq ans, le nombre des décès pendant les mois de juillet et d'août forme les trente-sept centièmes du nombre total, et qu'en ajoutant les décès de septembre on obtient les quarante-sept centièmes. Examinant ensuite les variations de la température pendant les années considérées, il arrive à conclure que les enfants succombent en plus grand nombre dans les étés chauds.

Ces résultats ne concernent que cinq années, et les derniers ne sont pas assez accusés pour qu'on puisse les regarder comme positivement établis. La plus grande mortalité des enfants pendant l'été est au contraire très prononcée; ce fait a déjà été signalé pour une localité peu éloignée d'Avignon. M. Castan a montré, dans ses « Recherches relatives à l'influence de la température sur la mortalité à Montpellier », que dans cette ville, de 1859 à 1868, près de la moitié des décès des enfants au-dessous de deux ans

ont eu lieu pendant les mois de juin, de juillet et d'août. Il paraît donc certain que, dans une partie du midi de la France, la saison estivale est pernicieuse aux enfants. On doit désirer que cette question importante soit étudiée avec soin en diverses localités et pour différents âges de l'enfance.

Après ces premières indications, M. Pamard présente des Tableaux numériques et des graphiques qui lui permettent de faire des rapprochements entre les nombres des décès au-dessous et au-dessus de cinq ans et diverses circonstances météorologiques. Il présente quelques conclusions qui ne nous paraissent pas complètement établies, mais qui pourront servir utilement dans les discussions auxquelles des observations du même genre donneront naissance.

La Commission accorde une mention honorable à M. **Pamard**.

Rapport sur l'Ouvrage de M. A. **Marvaud**; par M. Bouley.

M. **Angel Marvaud**, médecin-major de 1re classe de l'hôpital du Dey, à Alger, a soumis à l'Académie, pour le Concours du prix de Statistique, un Mémoire intitulé « La Phthisie dans l'armée; Étude étiologique, statistique et critique ».

C'est une opinion assez répandue que la phthisie sévit sur les jeunes gens qui appartiennent à l'armée avec beaucoup plus d'intensité que sur la population civile.

M. Angel Marvaud a soumis cette opinion au contrôle de la Statistique et les résultats auxquels il est arrivé sont en complète contradiction avec cette manière de voir.

Sans vouloir accepter comme définitives les conclusions que M. Marvaud a établies sur les chiffres qu'il a rassemblés, la Commission a pensé qu'elles devaient être prises en considération et signalées à l'attention des observateurs. C'est ce qui l'a déterminée à accorder à M. **Angel Marvaud** une mention très honorable.

Rapport sur l'« Album de Statistique graphique; » par M. Lalanne.

La Direction des Cartes, Plans et Archives de la Statistique graphique instituée au Ministère des Travaux publics a publié, au mois de juillet 1879, un *Album de Statistique graphique* qui a été présenté pour le Concours, sous le nom de M. Cheysson, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, placé à la tête de cette Direction.

L'introduction d'un Service de Statistique graphique au Ministère des Travaux publics est de date récente. Aux termes de l'arrêté en date du 12 mars 1878, ce Service est chargé « de préparer des Cartes figuratives et des diagrammes exprimant, sous la forme graphique, les documents statistiques relatifs soit au courant de circulation des voyageurs et des marchandises sur les voies de communication de tous ordres et dans les ports de mer, soit à la construction et à l'exploitation de ces voies; en un mot, à tous les faits économiques, techniques ou financiers qui relèvent de la Statistique et peuvent intéresser l'Administration des Travaux publics ».

Il a été décidé en outre que ces Cartes et diagrammes seraient réunis en un album de format portatif et publiés. Le document soumis au jugement de l'Académie, et qui donne les résultats relatifs à l'année 1877, est le premier résultat de cette décision.

Il comprend douze Planches, dont trois Cartes figuratives du tonnage des rivières, canaux et ports, des routes nationales et des chemins de fer, une des recettes des chemins de fer, six diagrammes qui reproduisent les caractères principaux de l'histoire financière des six grands réseaux de chemins de fer, deux diagrammes enfin qui figurent, l'un le mouvement des ports de commerce pendant la période décennale 1868-1877, l'autre les variations du commerce général et du commerce spécial de la France pendant la période demi-séculaire 1828-1878.

Ce Recueil présente, sous une forme aussi condensée et aussi expressive que possible, des résultats du plus grand intérêt. Les notations employées sont simples, et des explications sommaires, mais d'une complète clarté, initieront à la lecture de ces cartes, de ces diagrammes, les personnes les plus étrangères aux considérations géométriques. Le travail qu'ont exigé la recherche, la réunion et la mise en œuvre des chiffres et renseignements ainsi résumés a été considérable et dirigé avec autant de persévérance que d'habileté. La première publication qui en est le résultat est assurément digne d'attirer l'attention; cependant il ne s'agit que d'un début, auquel le jugement de la Commission ne saurait accorder encore la part d'éloges et de récompenses que la continuation de l'œuvre pourra mériter. On nous a remis en effet un nouvel album, faisant suite au premier, comprenant seize grandes Planches et présentant des améliorations notables. Mais l'achèvement n'ayant eu lieu qu'après l'époque fixée pour la clôture du Concours, nous ne pouvons que réserver les droits d'une publication qui paraît digne de l'attention des économistes et des hommes d'État, digne aussi de la bienveillance de l'Académie.

En résumé, la Commission du prix de Statistique vous propose de décerner le prix de l'année 1880 à M. **R. Ricoux**, pour son Ouvrage intitulé « La démographie figurée de l'Algérie », et d'accorder :

1° Une mention très honorable à M. **A. Marvaud** pour son travail sur la phthisie dans l'armée;

2° Une mention honorable à M. **A. Pamard** pour son Mémoire concernant la mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Debray, Friedel, Cahours rapporteur.)

Chargé par la Section de Chimie de vous présenter un Rapport sur les titres du savant auquel elle a pensé que le prix Jecker devait être attribué pour l'année 1880, je viens en son nom m'acquitter de ce devoir.

La Section de Chimie a décidé, à l'unanimité, que ce prix serait décerné à M. **Eugène Demarçay**, pour ses importants travaux de Chimie organique, dont nous allons vous donner une analyse sommaire.

Les premières publications de M. Demarçay, qui sont relatives aux combinaisons du chlorure de titane avec quelques éthers, remontent à 1872; il y avait à peine un an qu'il venait de sortir de l'École Polytechnique. Il compléta ce travail par la préparation du titanate d'éthyle, dont la découverte suivit de très près celle des corps précédents.

A l'occasion de ces recherches, M. Demarçay fut amené à examiner l'essence de camomille romaine et constata que cette dernière était formée, non d'un mélange d'aldéhyde et d'acide angélique associés à un hydrocarbure, ainsi qu'on l'avait admis d'après Gerhardt, mais bien d'un mélange de différents éthers dans lequel prédominent les angélates de butyle et d'amyle, résultat qu'il mit en pleine lumière par la saponification de l'essence au moyen d'une dissolution alcoolique de potasse. A ces produits

se trouvent mélangées de très petites quantités d'un camphre bouillant entre 204° et 208°.

L'étude approfondie qu'il fit postérieurement de l'acide angélique lui fournit des résultats des plus intéressants au point de vue de la théorie de l'isomérie, en établissant sa facile transformation en un acide de composition identique, l'acide méthylcrotonique, lorsqu'on le maintient pendant deux heures à une température de 300°.

Nous vous demanderons la permission de nous étendre un peu plus longuement sur une série de Mémoires publiés par M. Demarçay dans les *Comptes rendus* et résumés par lui dans une Thèse présentée au mois de juin dernier à la Faculté des Sciences pour obtenir le grade de docteur, Thèse qu'il a soutenue de la manière la plus brillante.

L'étude de l'éther acétylacétique, poursuivie depuis une dizaine d'années par des savants bien connus, tels que Geuther, Wislicenus, Max Conrad, etc., auxquels elle avait donné des résultats fort intéressants, reprise depuis trois ans environ par M. Demarçay, lui a permis tout d'abord de réaliser la synthèse de l'acide citraconique, l'un des dérivés pyrogénés les plus intéressants de l'acide citrique. Pour atteindre ce but, il a tout d'abord fixé de l'acide cyanhydrique sur l'éther acétylacétique. Le cyanhydrate ainsi formé fournit par l'action ultérieure de l'acide chlorhydrique un acide *oxypyrotartrique* que la distillation sèche transforme en acide citraconique.

En partant de cet éther acétylacétique, M. Demarçay a réalisé la formation d'un groupe d'acides chlorés et découvert une série de corps remarquables qui ont fait le sujet des recherches qu'il a publiées dans ces dernières années.

Dans le but de simplifier l'étude des combinaisons organiques, dont le nombre s'accroît de jour en jour, les chimistes les ont groupées en familles composées de corps doués de propriétés parfaitement analogues et susceptibles, quand on les place dans des conditions identiques, de donner naissance à des réactions toutes semblables. Tels sont les hydrocarbures, les alcools, les aldéhydes, les acétones, les phénols, etc., chacun de ces corps ayant des fonctions parfaitement déterminées.

Les composés découverts par M. Demarçay présentent des réactions tellement spéciales, qu'on ne saurait les placer à côté d'aucun des composés connus; ils remplissent une fonction nouvelle. Cette classe de combinaisons a pour type l'*acide tétrique,* qui prend naissance dans l'action successive du brome et de la potasse sur l'éther acétylacétique.

Mais ce n'est pas là le seul côté vraiment intéressant qu'elles nous présentent. Leur étude montre en effet qu'elles ne sont autres que des hydrates de radicaux d'acides bibasiques, tels que l'acide succinique et ses homologues. A côté d'elles et parallèlement est venue se placer une série de composés différant des précédents en ce qu'ils renferment $2^{éq}$ d'oxygène de plus et dont le type est l'*acide oxytétrique*.

Ces nouveaux produits, que leur allure générale place dans une classe séparée, mais voisine de celle de l'acide tétrique, sont les hydrates de radicaux d'acides bibasiques et triatomiques, tels que l'acide malique.

Enfin l'acide oxytétrique engendre par hydrogénation le type d'une troisième série d'acides dont l'*acide hydroxytétrique* est le premier représentant. Ces composés ainsi que leurs homologues forment les points de départ de nombreux dérivés intéressants à plusieurs égards.

Un autre côté curieux de ce travail est l'ensemble des réactions qui donnent naissance aux acides tétrique et oxytétrique.

Ces réactions inattendues et très complexes fournissent comme produits accessoires toute une série d'acides homologues de l'acide glycérique. En résumé, ce travail, qui est des plus originaux et qui a exigé de la part de son auteur une sagacité, une habileté et une persévérance peu communes, a fait connaître l'existence de séries nombreuses de corps nouveaux doués de propriétés particulières ainsi que des radicaux de corps importants qui faisaient partie du domaine de nos connaissances.

Je terminerai ce résumé des travaux de M. Demarçay en me bornant à rappeler les sujets de diverses recherches qu'il a publiées en collaboration avec M. Cahours. Ce sont :

1° Des recherches relatives à l'action de l'acide oxalique desséché sur les alcools primaires secondaires et tertiaires.

2° Une série de Notes sur des combinaisons organo-métalliques de l'étain, *stanbutyles* et *stannamyles*.

3° Enfin l'examen des produits qui prennent naissance lorsqu'on redistille les acides gras bruts provenant de la saponification des huiles et des graisses dans un courant de vapeur d'eau surchauffée. Les auteurs ont constaté dans ces produits la présence de paraffines et d'oléfines, ainsi que celle d'une série d'homologues de l'acide formique, appartenant tous à la série normale. En étudiant les acides œnanthylique et caprylique formés dans ces conditions, ils ont donné naissance à deux homologues supérieurs de la leucine, les acides œnanthylamique et caprylamique.

L'Académie adopte les conclusions de la Commission.

GÉOLOGIE.

PRIX BORDIN.

ÉTUDE APPROFONDIE D'UNE QUESTION RELATIVE A LA GÉOLOGIE DE LA FRANCE.

(Commissaires : MM. Delesse, Des Cloizeaux, Milne Edwards, Hébert et Daubrée rapporteurs.)

L'Académie a reçu trois Ouvrages qui sont, dans l'ordre d'inscription :

N° 1. « Description géologique des environs d'Aix, en Provence », par M. Collot.

N° 2. « L'Ardenne, ses dépendances et leurs prolongements », par M. Gosselet.

N° 3. « Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône », par MM. Falsan et Chantre.

Rapport sur les Mémoires de M. **L. Collot** *et de M.* **J. Gosselet**; par M. Hébert.

Mémoire n° 1. — Le n° 1, dont nous parlerons d'abord, est un travail d'une certaine étendue (234 pages in-4°, 4 Planches de coupes et une Carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{80000}$). M. Collot a étudié avec le plus grand soin les environs d'Aix, sur une superficie de 1100^{kmq} à 1200^{kmq}.

Cette région renferme des terrains assez variés, mais qui avaient déjà été l'objet de nombreuses publications.

M. Collot a su, par ses observations personnelles, par d'heureuses modifications introduites dans le classement des diverses masses minérales, par la netteté et la précision de ses profils et de sa Carte géologique, constituer un ensemble utile à la Science et tout à fait digne d'éloges.

Mémoire n° 2. — Le Mémoire n° 2 nous a paru beaucoup plus important à tous les points de vue; la grandeur de la région qu'il embrasse, les difficultés surmontées dans cette étude et les résultats obtenus nécessitent, de la part du rapporteur, d'assez amples développements.

Ce Mémoire se compose de deux Parties. L'une, sous le titre d'*Esquisse géologique du nord de la France* (167 pages in-8° et 22 planches de coupes, cartes géologiques et fossiles), est destinée à présenter une idée générale et

jusqu'à un certain point élémentaire de la constitution de l'Ardenne; cette Partie peut être considérée comme une introduction; elle est imprimée sous la date de 1880. La seconde Partie, dont les trois quarts environ sont manuscrits, est beaucoup plus étendue; elle renferme 625 pages in-8°, 8 planches de coupes, plusieurs cartes géologiques et 80 diagrammes intercalés dans le texte.

Cette Partie est une étude complète de l'Ardenne, cette région dont Élie de Beaumont a résumé les caractères d'une façon si claire et si magistrale. L'Ardenne s'étend à la fois sur le territoire belge et sur le territoire français. M. Gosselet embrasse la région tout entière dans ses études. Il suit les masses minérales qui la composent dans leur prolongement souterrain à l'ouest et leur réapparition dans le Boulonnais.

M. Gosselet commence par rappeler les importants travaux de d'Omalius d'Halloy et de Dumont sur l'Ardenne, ceux de M. du Souich et de M. von Dechen sur les régions voisines, à l'ouest et à l'est; il en fait ressortir la haute valeur, mais il remarque qu'il restait encore cependant beaucoup à faire, tant sur la disposition et l'ordre stratigraphique des couches que sur l'âge de chacune d'elles, leur extension, leurs modifications locales, etc.

Il a cherché à combler ces lacunes, et, après cinq ou six années de recherches, ses efforts furent assez heureux pour que, dès le début, son *Mémoire sur les terrains primaires de l'Ardenne*, publié en 1860, « fût », dit un géologue belge ([1]), « le signal d'un nouvel élan scientifique de la Géologie en Belgique ».

Depuis cette époque jusqu'à ce jour, M. Gosselet a continué sans relâche son travail de découvertes et de perfectionnement. Les résultats de ses recherches ont quelquefois modifié profondément la manière de comprendre la disposition des terrains primaires; la Carte de Dumont devenait insuffisante. Les géologues belges, élèves de Dumont, ont examiné les faits avancés par M. Gosselet et les ont trouvés exacts ([2]); le Gouvernement belge s'est alors décidé à faire refaire la Carte géologique de Belgique.

L'Académie royale de Bruxelles, en récompense des importants travaux de M. Gosselet, l'a élu, en 1876, associé étranger.

Terrain silurien. — Dumont avait rangé dans son terrain rhénan (dé-

---

([1]) *Géologie de la Belgique*, p. 15; 1880.

([2]) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 44e année, 2e série, t. XL, p. 301 et 304; 1875.

vonien inférieur) certaines couches fossilifères du Brabant et du Condros: M. Gosselet, dès 1859, faisait voir que la faune de ces couches les classe dans le silurien moyen; il a pu même établir dans ce groupe des divisions stratigraphiques.

Terrain dévonien. — Dumont avait dit que le terrain dévonien repose en stratification discordante sur le silurien; mais les preuves qu'il en donnait étaient si peu concluantes, que MM. de Koninck, von Dechen et Murchison n'admettaient point cette discordance : M. Gosselet l'a établie, en collaboration avec M. Malaise, par des faits nombreux, incontestables, vérifiés ensuite et admis par M. von Dechen.

Cette discordance non seulement modifiait les limites du silurien et du dévonien sur la Carte de la province rhénane, mais elle démontrait une première émersion, un premier soulèvement de l'Ardenne.

L'absence, dans la partie centrale de la région, de l'étage moyen et de l'étage supérieur du terrain silurien prouve que cette discordance correspond à une lacune considérable. Certaines parties de l'Ardenne, comme le massif de Rocroy, sont même restées émergées pendant le dépôt des premiers sédiments dévoniens. Toutes ces déductions résultent des observations directes de l'auteur, qui arrive à nous donner une idée de la distribution des terres et des eaux à ces époques si éloignées.

La discordance dont il vient d'être question se complique souvent, comme on peut le voir au mont Fépin, d'une disposition très bizarre des roches siluriennes et dévoniennes en contact. Les idées émises récemment (1879) sur ce point par M. Gosselet nous paraissent rendre parfaitement compte de cette disposition anormale.

Ainsi se trouve établi sur des bases satisfaisantes le mouvement du sol qui est intervenu entre la période silurienne et la période dévonienne, mouvement qu'il désigne sous le nom de *Ridement de l'Ardenne*.

Poudingue de Burnot. — Dumont avait placé le poudingue de Burnot à la base du dévonien moyen, au-dessus de ce qu'il appelait *terrain rhénan*. M. Gosselet a prouvé (1873), en s'appuyant sur de nombreuses coupes, que ce poudingue n'est qu'un faciès particulier du terrain rhénan, dont il est contemporain et l'exact équivalent.

Nous regrettons que ce nom de *poudingue de Burnot*, créé par Élie de Beaumont pour représenter l'ensemble des couches inférieures au calcaire de Givet, c'est-à-dire ce que l'on appelle aujourd'hui le *dévonien inférieur de l'Ardenne*, ne reprenne pas sa signification première, qui a été restreinte par les géologues belges.

M. Gosselet divise le terrain dévonien de l'Ardenne en sept assises, auxquelles il donne soit les noms créés par Dumont, soit des noms qu'il crée lui-même. Peut-être ici pourrait-on trouver exagérée l'obligation que M. Gosselet s'est imposée, à l'exemple de plusieurs nomenclateurs modernes, d'adopter une même désinence pour les termes qu'il emploie et de créer une sorte de substantif d'un nouveau genre, comme le *gédinien*, le *coblentzien*, le *givétien*, le *famennien*, etc.; car, si les deux premiers noms sont à peu près passés dans la langue géologique, il y a certainement des géologues qui préféreront longtemps encore les mots de *calcaire de Givet* à celui de *givétien* et de *schistes de Famenne* à celui de *famennien*. Mais il n'y a pas lieu d'insister sur cette critique, qui ne touche pas au fond des choses.

Les assises sont en général bien caractérisées par des faunes distinctes. Elles sont à leur tour subdivisées en éléments stratigraphiques de moindre importance, que M. Gosselet appelle *zones;* mais ces zones paraissent se distinguer plutôt par leurs caractères stratigraphiques ou minéralogiques que par leurs caractères paléontologiques. En définitive, le terrain dévonien se trouve ainsi subdivisé en dix-huit zones distinctes.

M. Gosselet a décrit dans le plus grand détail ces assises et ces zones, faisant connaître leurs caractères de toute nature, montrant leurs rapports et leurs différences et justifiant ainsi les groupements qu'il a établis. Il est arrivé de cette façon à montrer que la limite précédemment établie entre le terrain rhénan de Dumont et son terrain anthraxifère devait disparaître, et à répartir définitivement en trois groupes d'âges différents les calcaires dévoniens que Dumont avait réunis sous la même teinte, les considérant comme contemporains. M. Gosselet a décrit ces trois horizons calcaires; il s'est surtout attaché au plus récent, le calcaire de Frasne, de l'époque du dévonien supérieur, décrit par lui pour la première fois en 1860. Depuis (1874), il a publié une Carte géologique de ce dernier calcaire dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, et il en a fait voir l'importance et la disposition lenticulaire. Il a démontré, d'une part, que ce calcaire de Frasne est de même âge que celui des environs d'Avesnes et que le calcaire de Ferques, dans le Boulonnais, et, d'autre part, qu'il faut rapporter au dévonien moyen la bande de poudingue qui, associée à des schistes rouges ou verts et même à des couches calcaires (le calcaire de Blacourt), supporte le calcaire de Ferques ou son équivalent le calcaire de Rhisnes, en Belgique.

L'étude stratigraphique des assises schisteuses du dévonien supérieur a été faite par M. Gosselet avec le même soin. La distinction des zones fossilifères, leur extension, les variations de leurs caractères, tout est exposé

avec un luxe de détails et de coupes qui entraîne la confiance du lecteur et qui permet de vérifier sur place les assertions de l'auteur.

De ces investigations minutieuses, M. Gosselet a su déduire la forme et l'étendue des bassins occupés par la mer pendant la période dévonienne et montrer les modifications successives, amenées par les mouvements du sol, dans la distribution des terres et des eaux. C'est ainsi qu'il établit l'existence de trois bassins ou golfes pendant le dépôt du dévonien inférieur : le bassin de Dinant, à l'ouest; le bassin d'Aix-la-Chapelle, au nord-est, et le bassin de l'Eifel, à l'est.

Un nouveau bassin se forme au commencement du dévonien moyen. Le rivage septentrional du bassin de Dinant s'affaisse, et la mer envahit la plaine de Namur. Le bassin de Namur communique d'ailleurs largement avec le bassin de Dinant, et tous deux communiquent au nord-est avec le bassin d'Aix-la-Chapelle.

Les bassins de Dinant et de Namur ont continué à être recouverts par la mer, et, par suite, c'est seulement sur leurs bords que l'on rencontre le terrain dévonien.

M. Gosselet suit chacune de ses assises dans les trois bassins ardennais; il l'étudie sur chaque rivage, dans l'intérieur même lorsqu'un relèvement postérieur est venu rendre visibles les parties plus ou moins éloignées des côtes. Enfin, pour terminer ce qui est relatif au terrain dévonien, M. Gosselet a fait remarquer, dès 1857, que ce terrain se lie, minéralogiquement et paléontologiquement, au calcaire carbonifère par le calcaire d'Etrœungt.

Terrain carbonifère. — Étage inférieur, calcaire carbonifère. — Cet étage a été soumis par M. Gosselet à des études de même nature que les précédents. Il y reconnaît huit zones dont il donne les caractères généraux et qu'il décrit avec détails dans la région française.

Dans un travail sur le Boulonnais, fait en collaboration avec M. Bertaut, M. Gosselet a reconnu quatre de ces zones, les plus récentes; les quatre zones inférieures du Nord et de la Belgique manquent, mais les zones supérieures s'y succèdent dans le même ordre.

Étage houiller. — Si l'on consulte les publications faites depuis vingt ans sur les bassins houillers du nord de la France et de la Belgique, on voit que M. Gosselet a largement contribué au progrès qui a été réalisé dans la connaissance de leur structure.

Postérieurement au dépôt de la houille, toute la région ardennaise a été l'objet d'une série de mouvements qui ont plissé et brisé toutes les assises primaires. M. Gosselet donne à l'ensemble de ces dislocations le nom de

Ridement du Hainaut. Profitant des données fournies par Dumont, il est arrivé à une explication très satisfaisante de la disposition générale du bassin franco-belge. Le ridement du Hainaut, comme celui de l'Ardenne, semble avoir été produit par une poussée formidable du sud vers le nord. Une série de figures montre comment la crête du Condros, qui séparait le bassin de Dinant de celui de Namur, s'est trouvée relevée, puis renversée au nord; comment la partie méridionale du bassin de Namur fut elle-même renversée sur le centre. Ce bassin prenait alors la forme d'un V incliné au nord, et c'est là l'idée que Dumont se formait du bassin de Liège. Mais cette hypothèse ne suffisait pas, car on observe fréquemment des superpositions directes du grès rouge dévonien sur la houille. M. Gosselet vit que cela est dû à la grande obliquité de la faille qui limite le bassin au sud. Le versant sud du pli du Condros s'est séparé du versant nord, a remonté sur celui-ci comme sur un plan incliné et s'est avancé jusque sur les couches houillères de la partie septentrionale du bassin de Namur. M. Gosselet suppose avec raison que cette faille s'étend depuis Liège jusqu'à Hardinghen, dans le Boulonnais, dont le gisement anormal de la houille, sous le calcaire carbonifère non renversé, s'est trouvé ainsi expliqué de la façon la plus heureuse. Ces idées sont acceptées par les hommes les plus compétents; elles ont été confirmées ou développées de la façon la plus explicite dans certains Ouvrages récents. Je citerai comme exemples celui de M. Breton sur le terrain houiller d'Auchy-au-Bois (Lille, 1876) et celui de MM. Cornet et Briart *sur le relief du sol en Belgique après les temps paléozoïques* (1877).

Ces importantes notions sur la structure du bassin houiller, dont M. Gosselet a sa large part, sont de nature à rendre à l'industrie de la houille des services considérables.

Toutefois, la *grande faille* dont nous venons de parler ne rendait pas compte d'un certain nombre d'accidents, tels que des lambeaux de calcaire carbonifère ou de schistes dévoniens entraînés par le grès rouge dans son mouvement de glissement, et placés par suite entre ce grès et la houille. Pour ne plus rien laisser d'obscur, M. Gosselet fait intervenir le glissement des couches schisteuses parallèlement aux feuillets des schistes, et, en outre, il établit l'existence de deux autres failles de premier ordre qu'il retrouve en France et en Belgique.

Ces failles et les données générales dont M. Gosselet les accompagne ne sont que le résumé, que le lien de ses observations personnelles ou de celles qui ont été mises, avec le plus louable empressement, à sa disposition par les directeurs et les ingénieurs des houillères.

En s'appuyant sur ces données, M. Gosselet a pu faire, en quelques pages qui terminent son *Esquisse géologique*, un exposé complet de la structure du bassin houiller franco-belge. De très nombreuses figures mettent en évidence tous les détails de cette structure.

M. Gosselet n'a rien laissé de côté dans l'étude du sol du nord de la France; son attention s'est également portée sur les roches cristallines, dont il a découvert un grand nombre de gîtes. Enfin, la géologie des terrains crétacés, tertiaires, etc., lui doit de notables progrès; mais son œuvre capitale, vers laquelle tout vient converger, c'est la structure du bassin houiller franco-belge. Il a consacré à cette œuvre plus de vingt-cinq années, car si son premier Mémoire date de 1857, votre rapporteur, dans un travail publié en 1855 (1), constate que M. Gosselet s'occupait, dès cette époque, de l'étude de l'Ardenne et qu'il lui avait fourni des documents utiles.

Au point de vue de la Science pure, l'influence des recherches de M. Gosselet n'a pas été moins importante. L'Ardenne est devenue la contrée typique qui servira de modèle aux études sur les terrains dévonien et carbonifère de l'Allemagne, de l'Angleterre et du reste de la France.

Rapport sur l'Ouvrage de MM. **Falsan** *et* **Chantre**, *inscrit sous le* n° 3 *et intitulé « Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône;* » par M. Daubrée.

Un régime climatérique bien différent de celui sous lequel nous vivons est attesté d'une manière irréfutable, pour la période quaternaire, par des vestiges importants qu'ont laissés à la surface de l'Europe et d'autres régions du globe de vastes glaciers maintenant disparus.

Parmi ces vestiges, les plus nets consistent dans les *surfaces polies et striées* que présentent diverses roches sur de grandes étendues, et dans des *blocs erratiques,* tantôt disséminés, tantôt accumulés les uns sur les autres à l'état de *moraines*.

Un grand intérêt s'attache à la détermination exacte de la situation de ces différents vestiges; car elle permet de tracer avec certitude les limites des anciens glaciers.

L'Ouvrage que MM. Falsan et Chantre viennent de publier, à la suite

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XII, p. 1178.

de dix années d'explorations, se compose de deux forts Volumes et d'un Atlas.

Le premier Volume donne le catalogue des blocs erratiques et des surfaces de roches rayées qui ont été observés dans la partie moyenne du bassin du Rhône. Ces vestiges sont classés par régions géographiques. La position de chaque bloc est indiquée d'une manière très précise, et souvent accompagnée de dessins qui en représentent la forme et la situation. Le nombre de ceux qui sont décrits n'est pas de moins de onze cent quarante.

A la suite de cet exposé vient une revue historique et analytique des travaux antérieurs des géologues sur ce sujet.

Dans le second Volume, une première section est consacrée aux formations géologiques et aux climats qui ont précédé la plus grande extension des anciens glaciers dans la région dont il s'agit. Une deuxième section donne la description géographique et topographique des anciens glaciers et des terrains qui en dépendent. Enfin une troisième section expose les formations géologiques, les faunes, les flores et le climat de la partie moyenne du bassin du Rhône après la disparition de la plus grande partie des anciens glaciers.

L'Atlas est composé de six feuilles autographiées de la Carte du Dépôt de la Guerre, sur lesquelles ont été tracés les contours de chaque groupe de ces anciens glaciers, la direction des stries et des rayures des roches polies, les grandes moraines terminales, les blocs erratiques, dont chacun est désigné par un numéro se référant au texte. Ces Cartes nous offrent, en dehors de toute hypothèse, un véritable tableau, à la fois circonstancié et précis, des allures des anciens glaciers.

Leurs proportions étaient colossales, comme en témoigne l'épaisseur de 1000^{m} que la glace atteignait à Culoz, à Chambéry et à Grenoble. Cette masse de glace était rencontrée par une autre branche du glacier du Rhône, qui d'une part, par un rebroussement sous un angle d'environ 45°, remontait au nord, au lieu de descendre vers le midi, et d'autre part envahissait la grande vallée de la Suisse pour déboucher dans celle du Rhin. A partir des montagnes du Bugey et de la Chartreuse, au milieu desquelles le grand glacier poussait des rameaux rencontrant de petits glaciers locaux, le niveau supérieur de la glace s'abaissait constamment vers l'ouest, et cet abaissement était proportionnel à l'épanouissement horizontal du glacier au milieu des plaines du Dauphiné, du Lyonnais et des Dombes. Dans le bas Dauphiné, une espèce de seuil formé par de la molasse s'opposait à l'écoulement de la glace vers le Midi et la forçait à se diriger vers la Bresse.

Depuis Bourg jusqu'à Vienne, Thodure et au delà, en passant par Lyon, on peut suivre, sans interruption, les moraines terminales de cet immense glacier, épanoui en éventail; son périmètre était compris entre les Alpes de la Savoie et du Dauphiné d'un côté, et de l'autre entre les montagnes du Beaujolais et du Lyonnais. Le passage de la glace est attesté soit par des stries gravées sur les rochers, soit par des amas de cailloux striés, soit enfin par des blocs erratiques.

Le mode de tracé emprunté à la Cartographie marine contribue très efficacement à rendre claires les vicissitudes des glaciers en chaque point. C'est ainsi qu'on peut voir dans le Bugey le recouvrement momentané et réciproque des glaciers locaux et des grands glaciers alpins.

L'Ouvrage de MM. Falsan et Chantre constitue une monographie très précieuse par le nombre et la précision des détails, ainsi que par la manière large dont les auteurs, partant de l'éocène pour arriver aux temps historiques, ont compris leur sujet.

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Bordin à M. **J. Gosselet** et de prélever sur les reliquats disponibles de la même fondation une somme de *trois mille francs* pour constituer un prix d'égale valeur qui serait décerné à MM. **A. Falsan** et **E. Chantre**.

La Commission propose également d'accorder à M. **Louis Collot** une mention honorable.

Ces conclusions sont successivement adoptées.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Chatin, Bussy, baron Larrey, Ch. Robin rapporteur.)

Parmi les travaux soumis à son examen, votre Commission a particulièrement remarqué les Recherches d'hématologie clinique de M. le Dr **E. Quinquaud**, médecin des hôpitaux de Paris.

Nous mentionnerons quelques-uns seulement des résultats obtenus par

l'auteur, ses analyses et ses observations étant trop nombreuses pour qu'elles puissent être toutes examinées dans ce Rapport.

Il a constaté que le maximum d'oxygène absorbé par l'unité de volume d'un sang donné est proportionnel à la quantité d'hémoglobine ou matière colorante des globules de ce sang.

$0^{gr},50$ d'hémoglobine absorbent 1^{cc} d'oxygène à $0°$ et à 760^{mm} de pression. Par la quantité d'hémoglobine on arrive à connaître le pouvoir absorbant du sang pour l'oxygène, c'est-à-dire le pouvoir respiratoire de ce sang.

M. Quinquaud a de la sorte déterminé ce pouvoir respiratoire non seulement pour nombre d'animaux à température soit constante, soit variable, mais encore sur l'homme malade.

Il a montré, par exemple, que :

	Hémoglobine.
1000^{cc} de sang humain renferment...........	125^{gr}
» » de bœuf »	114
» » de canard »	98

Comme fait correspondant, il constate que :

	Oxygène.
1000^{cc} de sang humain absorbent..........	240^{cc}
» » de bœuf »	220
» » de canard »	150

Des analyses comparatives, à volume égal, du sang fœtal et de celui de la mère lui ont fait voir que le sang du fœtus, plus riche en hémoglobine que celui de la mère, possède un pouvoir respiratoire plus grand. Là se trouvent le conditions qui permettent à celle-ci de céder au premier l'oxygène nécessaire à son développement.

Grâce à un perfectionnement des procédés d'analyse, 1^{cc} à 2^{cc} de sang suffisent pour arriver à un dosage exact. L'auteur a, par suite, pu étendre ses recherches et évaluer le pouvoir respiratoire du sang durant diverses maladies dont le traitement exige des émissions sanguines. Il est arrivé à reconnaître que les modifications morbides cherchées dans la structure des globules rouges, mais vainement, existent pourtant; seulement il faut remonter jusqu'à l'étude de la constitution moléculaire de ces éléments, jusqu'à celle de leurs principes immédiats, pour les rencontrer. A chaque type morbide bien défini correspond une variation sai-

sissable dans la quantité d'hémoglobine, et par suite dans la proportion d'oxygène absorbé.

Analysant les modifications survenues en même temps dans les proportions des principes azotés du plasma sanguin, l'auteur a pu voir que la *chlorose* est caractérisée par une diminution de moitié dans la quantité de l'hémoglobine, sans altération du plasma. Au contraire, les *anémies* sont caractérisées par des changements dans la composition du plasma, alors que la quantité d'hémoglobine varie peu.

Parmi les maladies inflammatoires, signalons le rhumatisme articulaire aigu, qui fait tomber la quantité de la matière colorante de 120 à 70 dans l'espace de trois à quatre jours, alors que vers la fin de la pneumonie franche le chiffre est encore à 90 ou 100. Mais la diminution est plus grande durant les pneumonies septiques, certaines pleurésies, néphrites, cirrhoses, etc. Elle survient rapidement dans les périodes d'excitation de l'aliénation mentale, tandis qu'elle est moindre dans les formes dépressives.

L'altération du sang peut être considérée comme poussée plus loin encore par les maladies infectieuses, le croup, la fièvre puerpérale grave, les septicémies, etc., puisque l'altération porte sur l'état moléculaire même de l'hémoglobine. Alors, en effet, ce principe, bien que restant cristallisable, perd ses propriétés dissolvantes à l'égard de l'oxygène.

Dans ses recherches, que nous ne pouvons toutes résumer, M. Quinquaud s'est montré médecin aussi sagace que chimiste consciencieux et familier avec les applications les plus précises des méthodes scientifiques. Il s'est efforcé de prouver qu'en déterminant les altérations du sang, globules et plasma, les indications thérapeutiques deviennent plus sûres et partant plus efficaces.

Aussi, reconnaissant que le travail de M. E. Quinquaud répond avec distinction aux vœux du testateur, « marquer un progrès dans l'art de guérir », votre Commission, d'un avis unanime, vous propose de lui décerner le prix Barbier de l'année 1880.

Cette proposition est adoptée.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Decaisne, Chatin, Trécul, Van Tieghem rapporteur.)

La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix.

Elle propose d'accorder un encouragement de *mille francs* à M. Ed. Lamy

de la Chapelle, de Limoges, pour ses quatre Notices *Sur les Mousses et les Hépatiques du mont Dore et de la Haute-Vienne*, publiées en 1875, 1876 et 1878, et surtout pour son *Catalogue des Lichens du mont Dore et de la Haute-Vienne*, publié en 1880. Ce *Catalogue raisonné* forme un Volume de deux cents pages et contient 631 espèces, réparties dans 61 genres. 50 de ces espèces sont entièrement nouvelles; 52 autres n'avaient pas, jusqu'à présent, été rencontrées en France. C'est, on le voit, une contribution utile à l'étude de la végétation cryptogamique de notre pays.

Les conclusions de la Commission sont adoptées.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Duchartre, Decaisne, Van Tieghem, Trécul, Chatin rapporteur.)

M. Éloy de Vicq, le savant botaniste abbevillois dont les études sur la flore du Nord ont déjà mérité à leur auteur une récompense de l'Académie, présente, comme titres au prix de La Fons-Mélicocq, les travaux suivants :

1° De la végétation du littoral du département de la Somme : Guide pour les herborisations;

2° Les plantes intéressantes de la vallée de la Bresle et de ses deux versants;

3° Catalogue raisonné des mousses de l'arrondissement d'Abbeville (en commun avec M. Ch. Wignier);

4° Catalogue des Hépatiques observées dans l'arrondissement d'Abbeville;

Ces travaux, peu susceptibles d'être analysés, font suite aux anciennes recherches de M. Éloy de Vicq sur la flore du bassin de la Somme et pays voisins, recherches qu'ils étendent et complètent, notamment en ce qui concerne les Cryptogames cellulaires acrogènes.

Nous proposons d'accorder à l'ensemble des travaux de M. Éloy de Vicq le prix de La Fons-Mélicocq.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES

(Prix du Budget).

ÉTUDE DU MODE DE DISTRIBUTION DES ANIMAUX MARINS DU LITTORAL DE LA FRANCE.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, A. Milne Edwards, Blanchard, H. Milne Edwards rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix en 1880 et demande à l'Académie de proroger le Concours jusqu'à l'année 1882.

Cette proposition est adoptée. (Voir page 86.)

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, Blanchard, Robin, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages rapporteur.)

L'Académie sait que Mlle Letellier de Sainte-Ville, après avoir consacré vingt-sept ans de sa vie à soulager les étranges et cruelles souffrances de Savigny, a voulu attacher le nom du malheureux savant à un prix fondé par elle. Pour mieux rappeler le souvenir de celui dont elle s'était faite l'ange gardien, la donatrice aurait évidemment désiré réserver ce prix à des travaux ayant pour objet l'étude des animaux de la mer Rouge; mais, comprenant que cette condition serait rarement remplie, elle a permis que cette récompense fût attribuée à des recherches portant sur d'autres régions de l'Afrique. C'est à ce dernier titre que votre Commission décerne cette année, à l'unanimité, le prix Savigny à M. **Alfred Grandidier**, pour ses recherches sur les faunes de Zanzibar et de Madagascar.

A Zanzibar, quoique très souffrant de fièvres paludéennes contractées dans les jungles de Ceylan, M. Grandidier fit construire une grande drague pour explorer les fonds maritimes. Le premier, et le seul, croyons-nous, il a exploité au profit de la science, et par ce puissant moyen d'investigation, le canal qui sépare l'île de la côte orientale d'Afrique. De nombreux Mollusques, Crustacés, Zoophytes, etc., furent le fruit de ces recherches; et, parmi les espèces ainsi recueillies, il s'en trouva plusieurs restées jusque-là inconnues, dont quelques-unes sont devenues les types de genres nouveaux.

Entre autres faits intéressants dus à ces investigations, nous rappellerons que M. Grandidier retrouva ici à l'état vivant un Crustacé, l'*Ixa Edwardsii*, que l'on connaissait seulement à l'état fossile. La faune des Invertébrés terrestres, Insectes, Mollusques, etc., fut étudiée avec le même succès par notre voyageur.

Les recherches de M. Grandidier, sur la zoologie de Zanzibar et des mers voisines, n'ont été l'objet d'aucune publication spéciale. La description des espèces nouvelles a paru dans divers ouvrages ou recueils. Il en a été autrement des résultats obtenus à Madagascar. M. Grandidier a voulu faire une véritable monographie de cette grande terre, qui, à bien des égards, constitue pour ainsi dire un petit monde à part. Dans ce but, il l'a parcourue en tous sens pendant quatre années, au prix de bien des fatigues et de sérieux dangers. Il en a étudié la géographie, par les méthodes les plus sûres, et a transformé complètement les notions jusqu'ici universellement acceptées relativement à son orographie; il en a fait connaître la géologie; il a recueilli partout les animaux, les plantes, les bois. L'homme n'a pas été oublié dans ces recherches : M. Grandidier a réuni les matériaux de tout genre nécessaires pour débrouiller l'histoire des races malgaches. De retour en France, il a entrepris à ses frais une publication qui comprendra environ trente volumes in 4°, accompagnés de quinze cents planches. Près de six cents de ces planches ont déjà paru ou sont gravées et seront prochainement publiées. A coup sûr, diverses Sections de l'Académie auront plus tard à vous entretenir de ce grand ouvrage. Aujourd'hui nous devons vous parler seulement de Zoologie, en tenant d'ailleurs compte à M. Grandidier de certains résultats non encore publiés, mais que vos Commissaires savent être acquis à la science. En revanche, nous ne saurions entrer dans les détails et nous nous bornerons à signaler quelques faits généraux, relatifs surtout à la Zoologie géographique.

Depuis longtemps la faune de Madagascar a été signalée comme possédant ses caractères propres, qui l'isolent aussi bien des faunes africaines, si voisines pourtant, que des faunes asiatiques, beaucoup plus éloignées. M. Grandidier a sans doute confirmé ce trait général, et nous en verrons plus loin des exemples; mais en même temps il a fait connaître, soit pour les temps géologiques, soit pour l'époque moderne, quelques exceptions intéressantes.

Ainsi le terrain nummulitique, dont notre voyageur a, le premier, fait connaître l'existence à Madagascar, ne possède qu'une seule espèce de Mollusque, la *Nerita Schmiedeliana*, qui lui soit commune avec les mêmes terrains de l'Europe et de l'Inde. Toutes les autres sont exclusivement mal-

gaches. Dans le terrain jurassique, au contraire, plusieurs coquilles sont européennes.

On avait regardé les Pachydermes et les Rongeurs comme ayant été de tout temps étrangers à la faune de Madagascar; mais M. Grandidier a rapporté les ossements fossiles d'un Hippopotame, d'un Zébu et d'un grand Rat.

Dans la faune actuelle, M. Grandidier a encore montré que certains Lémuriens malgaches sont plus voisins de leurs congénères africains qu'on ne le croyait avant ses recherches.

Mais, en somme, les collections rapportées par notre voyageur, les résultats de ses études, confirment le fait général. Qu'il s'agisse des Vertébrés, des Invertébrés ou des Plantes, l'île de Madagascar se présente avec sa physionomie propre; et partout, dans chaque classe, elle offre au naturaliste des types spéciaux caractéristiques.

Les Lémuriens, dont je parlais tout à l'heure, sont un des meilleurs exemples à citer à ce sujet. Ce groupe a été l'objet d'une attention toute particulière de la part de M. Grandidier. Par l'étude ostéologique du crâne, il avait montré que ces Quadrumanes s'écartent des Singes pour se rapprocher de types en apparence fort éloignés d'eux. L'Académie se rappelle comment ce fait a été mis hors de doute par les importantes études embryologiques faites par M. Alphonse-Milne Edwards sur des fœtus fournis par des femelles en gestation et que notre voyageur avait rapportés dans l'alcool. Ce type, qui remplace à Madagascar les Singes du continent si voisin, compte dans l'île neuf genres: il n'est représenté que par cinq genres dans le reste du monde. Les Oiseaux présentent un fait analogue. Sur environ cent soixante-quinze espèces connues à Madagascar, plus de cent sont exclusivement malgaches. Dans la classe des Reptiles, la famille des Caméléons, dont on connaît une cinquantaine d'espèces, en possède trente-trois qui sont propres à l'île dont nous parlons, etc.

Le groupe des Lémuriens a fourni encore à M. Grandidier un fait fort intéressant. Grâce à ses très nombreuses observations, il a constaté dans diverses espèces une grande variabilité; il a vu des formes extrêmes, dont lui-même parfois avait fait des espèces distinctes, se relier par de nombreux intermédiaires. Mais ces nombreuses variantes d'un type donné ne se mêlent pas; elles vivent à part les unes des autres et se propagent en conservant leurs caractères distinctifs. Ce sont donc autant de races naturelles, d'ordinaire remarquablement cantonnées. M. Grandidier me disait que parfois un simple cours d'eau peu considérable constitue pour deux de ces races une limite qui semble être infranchissable pour elles. Si des faits de cette nature ont pu se réaliser sur une île d'une étendue relativement peu con-

sidérable, on comprend combien, à plus forte raison, ils doivent se produire chez des espèces à habitat étendu et ayant un continent entier à leur disposition. Les observations de M. Grandidier confirment donc quelques-unes des idées générales, que repoussent trop souvent les naturalistes purement descriptifs, mais qui ont été soutenues avec raison en Angleterre, par Andrew Murray; en France, par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire et notre confrère M. Alphonse-Milne Edwards.

M. Grandidier a observé des faits analogues chez les Oiseaux. Les deux classes présentent en outre un fait commun, qui montre une fois de plus la puissance des actions de milieu sur les organismes les plus divers. L'île de Madagascar présente deux régions distinctes et fort différentes en ce qui touche aux conditions d'existence. La région orientale est toute montagneuse, rocheuse, boisée, humide; la région occidentale est sablonneuse, aride, sèche. Les animaux issus de parents communs, cantonnés dans ces milieux opposés, présentent des différences de taille et de coloration, toujours dirigées, pour ainsi dire, dans le même sens.

La faune des Invertébrés a attiré l'attention de M. Grandidier tout autant que celle des Vertébrés. Notre voyageur a rapporté de très riches collections surtout de Mollusques terrestres, de Myriapodes, d'Arachnides, de Crustacés, d'Insectes, etc. Chacune d'elles renferme bien des espèces, des genres nouveaux. Nous ne saurions évidemment les passer toutes en revue. Nous nous bornerons à indiquer quelques résultats que fournit l'étude des Insectes.

Nous retrouvons dans cette classe les mêmes faits généraux que chez les Mammifères. Ici encore apparaissent en très grand nombre des genres, des espèces propres à Madagascar. Par cet ensemble d'observations, M. Grandidier a montré de plus en plus le caractère à part de la faune de l'île.

Mais, comme chez les Mammifères, il n'en existe pas moins certains rapports entre cette faune et celles des continents. Or il résulte des recherches de M. Grandidier que, selon le groupe que l'on examine, ces rapports relient Madagascar à des régions différentes. Ainsi l'ordre des Coléoptères, dans son ensemble, présente ici des types qui rappellent ceux de l'Afrique ou de l'Asie; mais, dans le groupe des Carabiques, un grand nombre d'espèces, tout en restant essentiellement malgaches, se rapprochent des espèces européennes. Il est facile de comprendre l'importance de ces faits pour l'histoire des centres de création, ou mieux d'apparition. En particulier, ils tendent à montrer de plus en plus combien sont peu fondées les idées émises par Agassiz sur cette question.

L'ordre des Lépidoptères a naturellement attiré spécialement l'attention

du voyageur. Il a rapporté de son île cent dix espèces nouvelles. Il y a trouvé le *Papilio Antenor*, regardé par un grand nombre d'entomologistes comme le plus beau des Papillons, dont on ignorait la patrie et dont on ne connaissait qu'un seul exemplaire.

Mais un fait plus important à signaler, c'est que les rapports de la faune lépidoptérique de Madagascar, au lieu de rattacher cette île au continent africain qui en est si voisin, la rapprochent non seulement de l'Arabie, ce qui se comprendrait encore, mais surtout de la Malaisie, qui en est séparée par tout l'océan Indien.

Il est curieux de rencontrer chez les Papillons un fait qui en rappelle un autre, constaté chez l'Homme lui-même. On sait en effet, par le témoignage unanime des linguistes, que les idiomes malgaches, au lieu de rappeler ceux des populations africaines, sont essentiellement malayo-polynésiens.

Nous croyons en avoir dit assez pour montrer quel intérêt sérieux présentent les recherches de M. Alfred Grandidier et nous terminerons ce Rapport en répétant que, à l'unanimité, la Commission décerne le prix Savigny à ce savant voyageur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Milne Edwards, Decaisne, Trécul, Émile Blanchard rapporteur.)

Nous avons à parler d'un sujet des plus minimes, mais dans son exiguïté, dans son humilité, le sujet tire intérêt de l'erreur où il jeta un éminent naturaliste, des doutes qu'il a inspirés à divers zoologistes, des efforts qu'il a suscités de la part de quelques investigateurs.

Au siècle dernier, on avait découvert dans nos ruisseaux un petit animal fort étrange, ayant six pattes comme un Insecte, un test pierreux comme un Crustacé. L'historien des Insectes des environs de Paris, Geoffroy, en publia des figures et une description. Pour l'auteur, c'était un type particulier du groupe des Crustacés qui peuplent les eaux douces. Il l'appela le *Binocle à queue en plumet*.

Pendant de longues années, l'être, d'apparence singulière, semble oublié; mais en 1832 plusieurs individus d'une espèce voisine, rapportés de Madagascar, ayant été acquis par le Muséum d'Histoire naturelle, Latreille

reconnut tout de suite l'étroite parenté des deux animaux d'origines si éloignées. Il rédige aussitôt un Mémoire sur *un nouveau genre de Crustacés*, le genre *Prosopistoma* ([1]). Désormais on appellera notre espèce indigène le *Prosopistoma punctifrons*. Latreille, le classificateur admirable, le naturaliste si clairvoyant qu'en plus d'une circonstance il conçut une juste idée des faits avant toute possibilité d'une démonstration scientifique, venait de tomber dans une grave méprise.

Par suite de la difficulté d'obtenir des individus vivants, les zoologistes devaient longtemps demeurer dans une incertitude extrême au sujet de la véritable nature des Prosopistomes. Par une exception presque unique dans le groupe des Articulés, dans cette vaste division du règne animal où les myriades d'espèces se répartissent d'une façon merveilleuse dans les ordres et les familles, il était un type qu'on ne parvenait point à classer.

Pourtant, voilà qu'en 1868 M. Joly, de Toulouse, trouve le Prosopistome en certaine abondance dans le bassin de la Garonne et soupçonne dans l'animal la larve d'un Insecte de l'ordre des Névroptères et de la famille des Éphémérides. Le fils de notre Correspondant, M. Émile Joly, en étudie les caractères et s'assure de la présence de trachées. Le Prosopistome est donc positivement un Insecte et non pas un Crustacé.

Bientôt MM. **Émile Joly** et **Albert Vayssière**, unissant leurs efforts, scrutent avec habileté l'organisation du Prosopistome et montrent, dans l'ensemble de sa conformation, des traits de ressemblance si marqués avec les larves d'Éphémères, qu'on ne saurait hésiter à ranger dans la famille des Éphémérides le fameux *Binocle à queue en plumet*. Malgré tout, on ne connaît pas encore l'Insecte dans sa forme adulte; on ignore s'il devient jamais un Insecte ailé. Plusieurs années s'écoulent, et l'on n'a pas observé le moindre changement dans la condition d'un seul individu. Nos investigateurs s'attachent à l'idée que le Prosopistome garde toujours l'état de larve, comme il y en a des exemples parmi les représentants de diverses familles zoologiques; qu'il est un type de la famille des Éphémérides approprié à une vie aquatique permanente. Un entomologiste de l'Angleterre, M. Mac Lachlan, haute autorité quand il s'agit des Insectes névroptères, manifeste pareil avis. Néanmoins, M. Vayssière ne songe point à mettre fin à ses recherches; il ne cesse d'observer des Prosopistomes, et, au printemps de l'année 1880, il voit se produire un remarquable changement chez quelques individus. Deux ou trois jours plus tard, il y avait éclosion d'Insectes ailés, d'Éphé-

---

([1]) *Nouvelles Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, t. II, 1833.

mères voisins d'un genre très connu, le genre *Cœnis*. L'Académie en fut informée dans sa séance du 3 juin.

M. **Albert Vayssière** était parvenu à la solution longtemps désirée. Il a eu de la patience, de l'habileté, un peu de bonheur : le prix Thore lui est attribué pour l'année 1880.

Cependant, après avoir constaté en toute justice que le résultat définitif est dû à M. Vayssière, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille, il convient de ne pas oublier que le résultat a été préparé par les études de M. Émile Joly. Le prix Thore n'ayant été accordé à personne dans une des années précédentes, la Commission propose à l'Académie de décerner à M. **Émile Joly**, médecin-major de l'armée, le prix qu'elle tient en réserve.

L'Académie approuve ces conclusions.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Gosselin, Marey, Bouillaud, baron Larrey, baron Cloquet, Bouley, Milne Edwards, Ch. Robin, Vulpian rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner trois prix de *deux mille cinq cents francs* aux auteurs dont les noms suivent, par ordre alphabétique : M. Charcot, M. Louis Jullien, M. Sappey.

I. L'Ouvrage présenté pour le Concours par M. **Charcot** a pour titre : *Leçons sur les localisations dans les maladies du cerveau.*

Le problème du rapport qui peut exister entre les symptômes divers par lesquels se révèlent les lésions cérébrales et le siège qu'occupent ces lésions est posé depuis longtemps. Dès 1769, Saucerotte, se fondant sur des expériences faites sur des chiens, avait admis que les lésions des couches optiques ont pour effet de paralyser les membres antérieurs (supérieurs chez l'homme), tandis que celles des corps striés paralyseraient, suivant lui, les membres postérieurs (inférieurs chez l'homme). Cette opinion, adoptée d'abord par plusieurs médecins, n'a pas été confirmée par les recherches cliniques ultérieures.

C'est à M. Bouillaud que l'on doit la première localisation cérébrale incontestable. A l'aide de faits pathologiques très démonstratifs, il a fait voir que les lésions des lobes antérieurs du cerveau déterminent des troubles du langage articulé et il a été ainsi conduit à placer dans ces lobes l'organe législateur de la parole. Cette localisation a pris plus tard un caractère plus précis encore à la suite des recherches de Dax et de Broca. Il a été établi par ces recherches que ce sont surtout les lésions du lobe antérieur gauche qui produisent ces troubles de la parole, et l'un de ces auteurs, Broca, a même prouvé que, dans l'immense majorité des cas, l'aphasie due à des altérations du cerveau proprement dit doit être attribuée à des lésions de la partie postérieure de la troisième circonvolution frontale du côté gauche.

Est-ce donc dans cette région de l'encéphale que s'exécutent les opérations cérébrales nécessaires à la mise en jeu du mécanisme du langage articulé? La question ainsi posée a provoqué de nombreuses discussions, et l'on peut dire qu'aujourd'hui même elle n'est pas considérée par tous les physiologistes comme ayant reçu une réponse définitive. Tout au contraire, il n'y a plus, pour ainsi dire, aucun dissentiment sur les faits cliniques. Les pathologistes sont tous d'accord pour rattacher à des lésions des lobes antérieurs, et particulièrement à celles de la région postérieure de la troisième circonvolution frontale du côté gauche, l'aphasie qui se manifeste à la suite soit de traumatismes portant sur la tête, soit d'hémorrhagies, de ramollissement ou d'autres affections du cerveau. La pathologie de l'encéphale doit ainsi un de ses progrès les plus considérables à la découverte de M. Bouillaud et aux travaux publiés ensuite par Dax et par Broca.

La différence que nous venons de signaler, sous le rapport de la clarté et de la certitude, entre la signification clinique des faits d'aphasie par suite de lésions cérébrales et leur signification physiologique, nous la retrouvons, aussi marquée pour le moins, lorsqu'il s'agit d'interpréter les résultats des recherches récentes sur la physiologie et la pathologie de l'écorce grise cérébrale.

MM. Fritsch et Hitzig ont été ici les initiateurs. Ils ont reconnu, en 1870, que l'excitation électrique de certaines régions de la substance grise corticale du cerveau proprement dit provoque des mouvements dans des parties déterminées du corps, et que ces mouvements varient, comme lieu et même comme forme, suivant les points de ces régions qui sont excités. C'était là assurément un fait tout nouveau, en pleine contradiction avec les résultats expérimentaux obtenus par Lorry, Lecat, Flourens, Hertwig, Longet et un grand nombre d'autres physiologistes.

La découverte de MM. Fritsch et Hitzig fut bientôt confirmée en Angleterre par M. David Ferrier, en France, à l'instigation et sous les yeux du rapporteur, par MM. Carville et Duret, puis par de nombreux expérimentateurs dans tous les pays. Ces travaux mirent hors de doute un autre fait important : la destruction des régions cortico-cérébrales dont l'excitation provoque des mouvements dans des parties déterminées du corps a pour conséquence une paralysie plus ou moins marquée de ces mêmes parties. Les expériences, faites d'abord sur des chiens, avaient été répétées sur d'autres mammifères, en particulier sur des singes, et dès lors, à cause des analogies entre ceux de ces derniers animaux qui avaient été mis en expérience et l'homme, sous le rapport de la configuration des plis cérébraux, on put déterminer, par induction, les régions de l'écorce grise du cerveau humain qui correspondent à celles dont l'excitation, chez les singes, provoque tels ou tels mouvements.

La substance grise de ces régions est-elle réellement excitable, douée d'excito-motricité, chez les animaux que l'on a soumis à l'expérimentation? Ces régions sont-elles bien des centres d'incitation motrice volontaire, des centres psycho-moteurs, comme on les a appelés? La faculté d'ordonner tels ou tels mouvements partiels est-elle vraiment localisée, d'une façon isolée, dans tel ou tel petit îlot de l'écorce grise cérébrale, et les expériences de MM. Fritsch et Hitzig, de M. Ferrier et de tant d'autres physiologistes ont-elles mis cette localisation hors de doute? Autant de questions que l'on ne peut pas examiner ici, mais qui assurément sont encore très litigieuses.

Or, tandis que la Physiologie hésite encore sur la signification à donner à ces résultats expérimentaux, il est facile de constater que la clinique des maladies de l'encéphale a su tirer des faits découverts par l'expérimentation un certain nombre de données sûres et importantes.

C'est à M. Charcot que revient incontestablement l'honneur de ce nouveau progrès de la pathologie cérébrale. Il avait déjà mis en lumière un fait signalé par Ludwig Türck et qui, faute de confirmation, était à peine connu. L'observateur allemand avait vu que les lésions unilatérales qui portent sur la région postérieure de la partie des radiations pédonculaires, connue sous le nom de *capsule interne,* déterminent une paralysie plus ou moins complète de la sensibilité dans les diverses parties de la moitié opposée du corps. M. Charcot soumit à une analyse très pénétrante plusieurs faits de ce genre; il put ainsi tracer une histoire complète de l'hémianesthésie

qui se manifeste dans ces conditions, et c'est son enseignement qui a doté la clinique de ce nouvel élément de diagnostic.

Peu de temps après les premières publications sur les effets des excitations ou des lésions expérimentales de l'écorce grise du cerveau, M. Charcot porta son attention sur la pathologie de cette écorce. Jusque-là on croyait très communément que des lésions morbides, bornées à la substance grise superficielle du cerveau, n'agissent que très faiblement sur la motilité ou même qu'elles n'ont aucune action directe constante sur le mouvement des diverses parties du corps. M. Charcot reconnut bientôt que, si cette opinion est fondée pour une grande partie de l'étendue de la substance grise superficielle du cerveau, elle est inexacte lorsqu'il s'agit de lésions portant sur les régions qui, chez l'homme, correspondent à celles que MM. Fritsch et Hitzig, Ferrier, etc., ont considérées, chez le singe, comme douées d'excito-motricité. Ces lésions, chez l'homme, déterminent constamment une paralysie plus ou moins étendue dans le côté opposé du corps : suivant le lieu qu'elles occupent, il y a hémiplégie complète, ou paralysie limitée à une partie du corps, à un membre, à la face, à la langue, etc.

De même, les lésions irritatives de ces mêmes régions peuvent donner lieu à des convulsions de formes variées, souvent épileptoïdes, qui tantôt agitent toute la moitié opposée du corps et tantôt se manifestent isolément dans le bras, la face, etc., de ce même côté opposé. D'intéressantes indications avaient déjà été données par M. Hughlings-Jackson, avant même le travail de MM. Fritsch et Hitzig, sur les relations qui peuvent exister entre certaines formes de convulsions épileptoïdes et les lésions de régions déterminées de l'écorce cérébrale; mais elles étaient bien loin d'offrir le caractère de précision et de certitude qu'ont présenté dès leur première publication les démonstrations de M. Charcot.

L'Ouvrage de M. Charcot contient en outre un grand nombre de particularités intéressantes, relatives aux lésions des couches grises des circonvolutions cérébrales; il est impossible d'y insister ici.

Les recherches exposées dans cet Ouvrage ont provoqué un mouvement scientifique considérable en France et à l'étranger : elles ont d'ailleurs été confirmées sur tous les points. La Médecine n'a pas seule profité des faits importants dont on doit la connaissance à M. Charcot : la Chirurgie y a trouvé de précieuses données pour le diagnostic du siège de certaines lésions traumatiques du crâne et du cerveau. La Physiologie elle-même, qui avait servi de guide à la clinique, a bénéficié aussi de ces recherches. Les obser-

vations de Ludwig Türck et de M. Charcot ont fait connaître le trajet que suivent au delà des pédoncules cérébraux, dans la substance blanche du cerveau, les fibres sensitives qui mettent les centres de perception en relation avec la surface tégumentaire et avec les diverses parties douées de sensibilité. D'autre part, les recherches de M. Charcot ont prouvé que l'écorce grise du cerveau de l'homme offre, sur les circonvolutions frontale et pariétale ascendante de chaque côté, des régions comparables, sous le rapport des effets de leur excitation ou de leurs lésions, à celles qui leur correspondent au voisinage du sillon de Rolando, chez le singe, ou sur le gyrus sigmoïde du chien et du chat. Enfin, si ces recherches n'ont pas fourni des arguments irrécusables à la doctrine des localisations fonctionnelles cérébrales, elles ont appris tout au moins que, chez l'homme comme chez les mammifères, les fibres nerveuses, chargées de transmettre aux diverses parties du corps les incitations motrices volontaires, partent de certains points déterminés de l'écorce grise du cerveau. Une lésion destructive de l'un de ces points doit donc, en produisant une solution de continuité des fibres qui en émanent, abolir la motilité des parties du corps auxquelles elles transmettent, par des voies plus ou moins directes, les ordres de la volonté. On s'explique, par là aussi, comment une lésion irritative de ce même point détermine un état convulsif dans les parties correspondantes du corps. Le rôle fonctionnel des fibres dont il s'agit a même plus d'importance chez l'homme que chez les animaux, car, chez l'homme, les lésions de certains départements de la substance grise cérébrale ont pour conséquence, non une parésie plus ou moins marquée, comme cela a lieu chez le chien, par exemple, mais une vraie paralysie, très complète et très analogue à celle que déterminent d'ordinaire les altérations des faisceaux pédonculaires moteurs.

II. M. Louis Jullien a présenté au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie deux Ouvrages : l'un est un *Traité pratique des maladies vénériennes*; l'autre a pour titre *Recherches statistiques sur l'étiologie de la syphilis tertiaire*. Le premier de ces Ouvrages, s'il n'avait pour tout mérite que d'être complet, bien ordonné et clairement écrit, n'aurait pas fixé l'attention de la Commission, car ce qu'elle cherche avant tout, dans les travaux qu'elle examine, ce sont les recherches nouvelles, les progrès réalisés. Mais le Traité de M. Jullien n'est pas une simple compilation ; il contient un certain nombre de données intéressantes, témoignant des efforts personnels de l'auteur. Parmi ces données on peut citer : des études histo-

logiques sur les gommes du foie, sur celles des poumons, sur les végétations; des essais d'inoculation sur les animaux soit de certains accidents des affections dont il expose l'histoire, soit de l'herpès cutané simple; des faits tendant à établir le rôle de l'appareil lymphatique dans la période tertiaire de la maladie. Malgré les mérites que présente le Traité de M. Jullien, la Commission n'hésite pas cependant à mettre au premier rang des deux Ouvrages qu'elle a eu à examiner l'*Essai de statistique sur l'étiologie de la syphilis tertiaire,* car c'est dans ce travail qu'elle a trouvé les résultats les plus importants, dus entièrement aux investigations de l'auteur. La comparaison d'un nombre considérable de faits a fourni à M. Jullien des renseignements très importants sur certaines questions encore bien controversées de l'histoire des accidents tertiaires, par exemple sur la différence des époques auxquelles ils apparaissent suivant que la maladie a été abandonnée à elle-même dès le début, ou qu'elle a été traitée par le mercure, soit dès les premiers moments des lésions primitives, soit lors de la période des accidents secondaires. Il y a dans l'*Essai* de M. Jullien, tant sur ces questions que sur un certain nombre d'autres points, des aperçus d'un grand intérêt et qui serviront sans aucun doute de point de départ aux recherches des médecins qui voudront se livrer à des études du même genre sur la même maladie.

III. M. Sappey, dont on connaît les travaux sur l'appareil lymphatique de l'homme, s'est proposé d'étudier ce même appareil sur les poissons. Mais, au début de ces études, il rencontrait des difficultés qu'il fallait tout d'abord écarter. Les conduits mucipares et les veines elles-mêmes n'avaient pas été distingués des vaisseaux lymphatiques par tous les auteurs. Il était donc nécessaire de bien connaître avant tout leur disposition anatomique et les variétés que présente cette disposition dans les principaux types des poissons. Aussi M. Sappey a-t-il consacré ses premiers efforts à des recherches sur ces conduits mucipares et sur les organes de la circulation sanguine.

M. Sappey, une fois ce travail préparatoire accompli, aborde l'étude du système lymphatique des poissons. Suivant lui, les radicules cutanées des vaisseaux lymphatiques prennent naissance, chez ces animaux comme chez les mammifères, dans des lacunes étoilées que relient entre elles des capillicules d'une extrême ténuité. Ils communiqueraient, à leur origine, avec les capillaires sanguins, en sorte qu'ils contiennent souvent du sang.

D'autres vaisseaux lymphatiques émanent des muscles; ils sont nombreux

et entourent d'une sorte de réseau les faisceaux musculaires. Aucun observateur ne les avait vus avant M. Sappey.

Enfin il y a un troisième groupe de vaisseaux lymphatiques, dont l'origine se trouve dans les viscères. Ces vaisseaux sont plus nombreux et plus volumineux que ceux de la peau et des muscles.

Ces différents vaisseaux lymphatiques se rendent à un petit nombre de troncs communs qui s'ouvrent dans le sinus de Cuvier par des orifices indépendants. Les troncs communs des lymphatiques cutanés présentent une valvule à leur embouchure. Il n'y a pas, d'ailleurs, de valvules dans les autres points de ces vaisseaux.

Une disposition bien intéressante, découverte par M. Sappey, consiste dans la présence de petites poches arrondies, très nombreuses, à parois musculaires, situées sur le trajet des vaisseaux lymphatiques, qui les traversent. Le nombre de ces petits organes, que M. Sappey regarde comme des cœurs lymphatiques, est surtout considérable sur le trajet des lymphatiques viscéraux, particulièrement dans les parois de l'estomac et des intestins. Mais il importe de remarquer que ces petites poches n'existent que chez les plagiostomes; elles font défaut non seulement chez les poissons osseux, mais même chez les squales. Ce n'est donc, dans l'état actuel, qu'une disposition exceptionnelle, propre aux raies et aux poissons du même ordre. D'autre part, malgré la structure musculaire des parois de ces petits organes, et quoique la direction des fibres musculaires semble indiquer qu'elles peuvent déterminer des mouvements de systole de ces poches, on peut désirer que des observations directes, faites sur des animaux vivants, viennent confirmer l'interprétation de M. Sappey, en montrant que ces organes sont animés de mouvements rythmiques.

Une autre découverte importante de cet anatomiste concerne les ganglions lymphatiques, dont tous les auteurs avaient nié l'existence chez les poissons. M. Sappey fait voir qu'il existe, chez les plagiostomes et les squales, deux ganglions lymphatiques de grandes dimensions, situés dans les parois de l'œsophage.

Le travail de M. Sappey est très important. Il ne s'est pas contenté d'étudier les conduits mucipares, les vaisseaux sanguins et lymphatiques chez les plagiostomes et les squales ; ses recherches nous ont fait connaître aussi, avec une grande précision, la disposition de ces divers organes dans quelques types de poissons osseux.

Douze planches très belles, exécutées sous la direction et d'après les préparations de M. Sappey, reproduisent, outre des vues d'ensemble des

conduits mucipares, de l'appareil sanguin et de l'appareil lymphatique, les principaux faits découverts par cet anatomiste ou mieux décrits par lui que par ses devanciers.

L'appareil lymphatique tient une place importante non seulement dans la Physiologie, mais encore dans la Pathologie, surtout lorsqu'il s'agit des questions relatives à l'absorption des matières toxiques et des contages; aussi les recherches d'Anatomie comparée, qui portent sur cet appareil et peuvent fournir des données nouvelles pour la solution des problèmes relatifs à son rôle fonctionnel, ne doivent-elles pas être regardées comme étrangères au domaine des sciences médicales. C'est à ce titre que la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a distingué l'Ouvrage de M. **Sappey**, et elle pense qu'un travail aussi considérable, aussi consciencieux et aussi riche en documents personnels est digne d'un des prix dont elle dispose.

— La Commission propose à l'Académie de décerner trois mentions honorables de *quinze cents francs* aux auteurs dont les noms suivent, par ordre alphabétique : M. **J. Chatin**, M. **Gréhant**, M. **Guibout**.

A. L'Ouvrage présenté au Concours des prix Montyon (Médecine et Chirurgie) par M. **Johannes Chatin** est intitulé *Les organes des sens dans la série animale.*

Après avoir déterminé les conditions générales de la sensibilité chez les êtres vivants, M. Johannes Chatin examine comment ces conditions se réalisent dans le règne animal. La sensibilité, uniformément distribuée d'abord dans toutes les parties du corps des protozoaires les plus élémentaires, leur permet cependant, suivant toute vraisemblance, d'éprouver des sensations variées, selon la nature des excitants qui la mettent en jeu. Mais, dès que l'organisation des animaux inférieurs devient un peu plus complexe, des appareils appropriés existent qui donnent à ces animaux le pouvoir de recevoir des impressions tout à fait distinctes et d'entrer ainsi d'une façon moins confuse en relation avec le monde extérieur.

Ces appareils appropriés, ces organes des sens, l'auteur les examine dans tous les groupes zoologiques. Nulle étude n'est peut-être plus difficile que celle qui a pour objet les organes des sens. Dans cet ordre de recherches, on se trouve à chaque pas aux prises avec les difficultés de l'analyse histologique la plus délicate, avec les problèmes les plus ardus de la Physique. M. Johannes Chatin ne s'est pas laissé arrêter par ces obstacles, et, soit qu'il

résume les travaux publiés avant lui, soit qu'il expose les résultats de ses propres investigations, il montre qu'il possède toutes les connaissances nécessaires pour être complet, clair et précis. Parmi les recherches propres à l'auteur, il convient de signaler ses études sur l'histologie comparée du bâtonnet optique, sur la structure de l'appareil visuel chez les arthropodes et les vers, sur la constitution de la membrane limitante olfactive, sur la valeur fonctionnelle de la membrane basilaire dans l'organe de Corti, sur le rôle physiologique du peigne des oiseaux, etc. Parmi les questions physiologiques très nombreuses dont traite M. J. Chatin, on peut mentionner d'une façon spéciale la théorie de la vision qui est née des travaux de Franz Boll. Il indique les expériences qui ont conduit Boll d'abord, puis ultérieurement M. Kühne, à attribuer un rôle important au *rouge rétinien* ou à l'*érythropsine* dans le mécanisme de la vision : il fait des réserves à propos de cette manière de voir; peut-être n'en fait-il pas assez. Il rappelle que le rouge rétinien n'existe pas chez de nombreuses espèces animales et rien n'autorise à admettre qu'il y soit remplacé par une substance d'une autre couleur, jouissant des mêmes propriétés : cette constatation ne suffit-elle pas à nous mettre en garde contre une hypothèse qui veut que l'impression lumineuse soit le résultat d'une véritable action photographique exercée sur la rétine?

Le Livre de M. Johannes Chatin est tout à fait au courant des travaux les plus récents sur les organes des sens; mais ce qui en fait le principal mérite, c'est que, sur bien des points, les recherches de l'auteur ont enrichi de données nouvelles l'anatomie et la physiologie de ces organes.

B. Les trois Mémoires suivants ont été adressés à l'Académie pour le Concours des prix Montyon (Médecine et Chirurgie) par M. Gréhant : 1° *Sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone;* 2° *Sur l'absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant;* 3° *Recherches comparatives sur l'exhalation de l'acide carbonique par les poumons et sur les variations de cette fonction.*

1° Dans le premier travail, M. Gréhant montre que l'oxyde de carbone absorbé et fixé par l'hémoglobine, chez un animal incomplètement empoisonné, ne disparaît pas, comme on l'avait prétendu, par combustion sur place et transformation en acide carbonique, mais qu'il se sépare peu à peu du sang pendant son passage au travers des poumons et qu'il est ainsi exhalé en nature.

2° M. Gréhant a consacré son deuxième travail à rechercher si le sang d'un animal vivant absorbe de l'oxyde de carbone, même lorsque ce gaz est con-

tenu en très faible quantité dans l'atmosphère. Il a constaté que l'absorption a encore lieu dans de l'air contenant 1 d'oxyde de carbone pour 2000 et même dans de l'air renfermant 1 d'oxyde de carbone pour 5000; il n'y a plus d'absorption si l'air ne contient que 0,0001 d'oxyde de carbone.

3° M. Gréhant, au début de son troisième Mémoire, examine si la quantité d'acide carbonique exhalée dans l'acte de la respiration varie notablement, d'un jour à l'autre, chez un individu d'une espèce animale. Or il reconnaît que cette quantité est à peu près constante. Pour obtenir cette évaluation, il fait passer 50^{lit} d'air au travers des poumons d'un chien de 9^{kg} : il constate une exhalation de $2^{gr},747$ d'acide carbonique. Huit jours après, il répète l'expérience : il trouve $2^{gr},810$ d'acide carbonique, c'est-à-dire, un nombre à peu près égal au premier.

Chez un homme, le même volume d'air circulant au travers des poumons reçoit $3^{gr},333$ d'acide carbonique.

Dans d'autres expériences, l'auteur prouve que l'existence de proportions croissantes d'acide carbonique dans l'atmosphère diminue progressivement la quantité d'acide carbonique exhalée.

Enfin il examine l'influence que peuvent exercer les irritations et les inflammations de la membrane muqueuse respiratoire sur l'exhalation de l'acide carbonique. Il fait inspirer de l'acide sulfureux par un chien pesant $17^{kg},500$ et détermine ainsi chez cet animal une forte bronchite. Chez ce chien, avant la bronchite, le poids de l'acide carbonique exhalé dans 50^{lit} d'air était de $3^{gr},235$. Le lendemain du jour où il avait été soumis à l'action de l'acide sulfureux, ce chien, atteint alors d'une bronchite intense, n'exhalait plus, dans 50^{lit} d'air, que $2^{gr},015$ d'acide carbonique. Par ce fait de la diminution de l'exhalation d'acide carbonique, il y a donc tendance, dans ces sortes de cas, à accumulation de ce gaz dans le sang.

Ces diverses recherches expérimentales offrent de l'intérêt non seulement au point de vue de la Physiologie, mais encore par rapport à la Pathologie; elles portent le cachet d'exactitude que M. Gréhant sait imprimer à tous ses travaux.

C. M. Guibout a présenté à l'Académie des Sciences, pour le Concours des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), un Ouvrage intitulé *Nouvelles Leçons cliniques sur les maladies de la peau, professées à l'hôpital Saint-Louis.*

Les affections cutanées occupent une place importante dans la pathologie. Si certaines d'entre elles sont dues à des causes accidentelles, comme les affections cutanées parasitaires, comme celles qui sont produites soit par

des agents mis en contact avec la peau, soit par des substances médicamenteuses ou toxiques absorbées dans les voies digestives ou respiratoires, la plupart de ces modifications morbides de la peau ont pour cause des maladies véritables, aiguës ou chroniques, ou bien sont des expressions de certains états diathésiques héréditaires ou acquis. Elles offrent un grand intérêt pour le médecin qui peut y trouver des indications relatives au diagnostic, au pronostic et au traitement dans un grand nombre de cas. Elles sont très intéressantes encore au point de vue de la Pathologie générale : ces affections nous montrent les exemples les plus clairs des déterminations locales qui peuvent se produire sous l'influence pathogénétique des dispositions morbides générales; d'autre part, elles nous ont fait voir avec une évidence extrême l'influence de l'âge, de l'idiosyncrasie individuelle, de la nature des maladies, etc., sur la forme et l'évolution des affections locales provoquées par ces maladies. On ne doit donc pas s'étonner du nombre et de l'importance des publications consacrées à l'étude des affections de la peau.

M. Guibout avait déjà publié des Leçons cliniques sur les maladies de la peau, en 1876. L'Ouvrage, qu'il a présenté au Concours, et où se trouvent réunies de nouvelles Leçons cliniques sur les mêmes affections, a paru en 1879. Toutes les maladies de la peau y sont passées en revue. Une partie de l'Ouvrage, et non la moins considérable, est celle dans laquelle M. Guibout traite des questions générales afférentes à son sujet. Il y étudie successivement la valeur séméiotique, les causes, la fréquence, les divers degrés de gravité des maladies de la peau, et après ces prolégomènes il s'applique à établir les caractères particuliers que revêtent ces maladies suivant les âges. Réservant pour la seconde Partie de son Livre, où il parle de la pathologie cutanée spéciale, ce qui concerne les adultes, il examine, dans plusieurs Chapitres successifs, la physionomie spéciale, la signification, la marche, les issues et le traitement des affections cutanées d'abord chez l'enfant, puis chez le vieillard. Ces affections, chez l'enfant, sont le plus souvent, comme il le dit, aiguës, inflammatoires, passagères, et en même temps, le plus souvent aussi, ce sont des lésions à sécrétion humide. Chez le vieillard, les dermatoses sont d'ordinaire chroniques et difficilement curables; comme elles naissent dans des tissus dont la vitalité est torpide, elles ont une certaine tendance ulcérative.

Une autre question d'ordre général que M. Guibout a étudiée avec beaucoup de soin, c'est celle qui concerne l'influence attribuée à la diathèse arthritique par Bazin sur la production de certaines affections cutanées

réunies par lui sous le nom d'*arthritides*. M. Guibout, d'accord en cela avec d'autres pathologistes, conteste la légitimité de ce groupe. Bien que les arguments qu'il donne en faveur de son opinion ne semblent pas décisifs, on reconnaîtra sans doute qu'ils ont une valeur sérieuse.

Le Livre dont il s'agit est une œuvre consciencieuse, intéressante et qui nous paraît digne d'être encouragée.

— En résumé, la Commission propose à l'Académie de décerner trois prix aux auteurs dont les noms suivent, par ordre alphabétique :

1° M. **J.-M. Charcot**; 2° M. **Louis Jullien**; 3° M. **Sappey**.

Elle propose de décerner trois mentions aux auteurs dont les noms suivent, par ordre alphabétique :

1° M. **J. Chatin**; 2° M. **Gréhant**; 3° M. **Guibout**.

La Commission propose, en outre, pour des citations, les auteurs dont les noms suivent, par ordre alphabétique :

M. **Leven** : *Traité des maladies de l'estomac;* 1 vol. in-8°. M. **Manassei** : *Raccolta di casi clinici delle malattie della pelle e sifilitiche;* 2 vol. in-8°. M. **Masse** : *De l'influence de l'attitude des membres sur leurs articulations.* M. **Nepveu** : *Mémoires de Chirurgie;* 1 vol. in-8°. M. **Rambosson** : *Propagation à distance des affections et des phénomènes nerveux expressifs.* M. **Trumet de Fontarce** : *Pathologie clinique du grand sympathique;* 1 vol. in-8°.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. le baron Cloquet, Bouillaud, Sedillot, Vulpian, Marey, Gosselin rapporteur.)

La Section de Médecine, n'ayant cette année, comme les années précédentes, trouvé aucun travail qui méritât le prix fondé par M. Bréant pour la guérison du choléra, a examiné les Ouvrages qui, d'après les indications du testateur, pouvaient prétendre aux intérêts de la somme de *cent mille francs* laissée par lui à l'Académie.

Notre attention s'est tout particulièrement arrêtée sur une série de travaux publiés par M. **G. Colin**, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, et concernant deux maladies infectieuses et contagieuses, la septicémie et le charbon.

M. Colin est, avant tout, un expérimentateur en Physiologie et en Patho-

logie; il s'est complu à rechercher, à propos de la septicémie, dans quelle mesure et dans quelles conditions les matières résultant de la putréfaction du sang étaient inoculables.

Il a fait, dans ce but, un grand nombre d'expériences dont les résultats sont consignés dans sept Mémoires différents. Après avoir indiqué d'abord que le lapin et le cochon d'Inde sont les animaux qu'on doit choisir pour ces sortes d'études, parce qu'ils sont les moins réfractaires à l'inoculation, il démontre que les produits volatils de la putréfaction ne sont pas inoculables, que les parties contaminées après l'introduction des produits septiques liquides sont en première ligne le sang, puis la sérosité, le chyle et la lymphe, et que les effets toxiques ne se produisent pas immédiatement après l'inoculation, mais au bout de trois ou quatre jours. Il nous fait savoir qu'inoculées à haute dose les matières putrides donnent la mort rapidement, sans produire ni altération du sang ni proto-organismes, mais qu'inoculées à petite dose elles font naître des lésions viscérales et des microbes. Toutes ces notions étaient nécessaires pour guider les observateurs qui voudraient faire dans les laboratoires, comme confirmation de la clinique, l'inoculation des matières putrides produites par les maladies de l'homme et des animaux.

Pour ce qui est des maladies charbonneuses, M. Colin a donné à ses expériences une direction analogue à la précédente. Il a établi quels étaient les animaux les plus susceptibles d'en être atteints; il a démontré que la contagion ne se faisait à distance ni par les émanations des sujets malades, ni par les produits volatils de leurs cadavres, ni par l'ingestion des viandes charbonneuses dans les voies digestives. Dans un de ses Mémoires les plus remarquables, il a déterminé à quelle époque le sang d'un animal inoculé devient lui-même virulent. Dans deux autres, il nous a appris que le sang charbonneux, une fois inoculé, s'arrête un certain temps dans les ganglions lymphatiques, où il se développe et augmente en activité, et que ces ganglions sont pendant un certain temps, avec le foyer de la piqûre, les seules parties de l'organisme à posséder les propriétés virulentes.

Il me reste à signaler un Mémoire très important de M. Colin sur la pustule maligne et l'œdème charbonneux. Ces deux formes, qui ne se produisent pas souvent chez les animaux, sont, au contraire, celles que nous observons dans l'espèce humaine. M. Colin a pu les reproduire par l'inoculation chez le chien, le lapin et le cochon d'Inde, les observer, les analyser et nous fournir ainsi des documents précieux. Il nous fait savoir, par exemple, que toutes les parties constituantes du gonflement local caracté-

ristique de la première période sont imprégnées de matière virulente, mais que cependant, et sans qu'il lui ait été possible d'en donner l'explication, cette virulence peut disparaître sur place sans que les bactéridies aient passé et se soient multipliées dans les ganglions lymphatiques, et sans que l'intoxication mortelle se soit produite. Nous avions observé des faits de ce genre sur l'homme et nous ne pouvions les rattacher à aucune doctrine. Grâce à M. Colin, nous savons aujourd'hui que la virulence peut s'éteindre spontanément, et nous n'en sommes que plus autorisés à croire que notre intervention thérapeutique pourra favoriser cette extinction.

En considération de l'utilité des recherches de M. G. **Colin**, de la persévérance et du talent avec lesquels il les a poursuivies, la Commission vous propose d'accorder à ce savant la somme de *cinq mille francs*, représentant les intérêts du legs fait à l'Académie par M. Bréant.

Cette proposition est adoptée.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Vulpian, Robin, Bouillaud, Cloquet, Gosselin rapporteur.)

La Commission a arrêté son choix sur un Ouvrage de M. le Dr **Paul Segond**, qui a pour titre : « Des abcès chauds de la prostate et des phlegmons périprostatiques ». Dans cet Ouvrage, l'auteur a réuni tous les documents propres à établir solidement l'histoire des abcès de la prostate. Notions anatomiques précises, recherches bibliographiques, observations personnelles, observations au nombre de cent quinze prises dans les journaux ou émanant des services cliniques, tels sont les moyens que M. Paul Segond a réunis pour établir la distinction entre les abcès chauds qui occupent la prostate elle-même et ceux qui se développent autour de cette glande, pour indiquer la marche, les symptômes et le traitement de chacun d'eux. M. P. Segond est arrivé ainsi à publier une monographie intéressante et utile qui comble une lacune dans la Science et est appelée à rendre de grands services. La Commission vous propose d'accorder le prix Godard à M. **Paul Segond**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. Bouillaud, Gosselin, Marey, Ch. Robin, Vulpian rapporteur.)

D'après les termes du testament de M. Dusgate, le prix, d'une valeur de *deux mille cinq cents francs*, doit être décerné tous les cinq ans à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Trois Mémoires ont été présentés pour ce prix avant le 1er juin 1880.

L'un d'eux, manuscrit, a pour titre : *Recherches expérimentales sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées*; l'auteur est M. **G. Le Bon**.

Un autre de ces Mémoires, présenté par M. **Onimus**, est intitulé : *Modifications de l'excitabilité des nerfs et des muscles après la mort*. Ce Mémoire est imprimé.

Le troisième travail est de M. **H. Peyraud**; il est manuscrit et a pour titre : *De la détermination de la mort réelle par le caustique de Vienne*.

Bien des travaux ont été publiés sur la question du diagnostic de la mort réelle, et l'Académie a déjà récompensé, il y a plus de trente ans, deux Mémoires consacrés à des recherches sur ce sujet. Le problème n'a cependant pas été considéré comme résolu; l'opinion publique est restée préoccupée du danger possible des inhumations précipitées et ces préoccupations ont provoqué des études nouvelles sur les caractères qui distinguent la mort réelle de la mort apparente.

Les auteurs des Mémoires adressés à l'Académie pour le prix Dusgate ont tenu compte des investigations faites avant eux; ils ont cherché soit à trouver de nouveaux signes diagnostiques, soit à rendre plus décisifs les moyens de vérification préconisés par leurs devanciers.

Le signe diagnostique de la mort réelle auquel M. G. Le Bon accorde la préférence, celui qu'il regarde comme le seul certain en dehors de la décomposition cadavérique, c'est la constatation d'une température de 25° C., faite à l'aide d'un thermomètre laissé dans la bouche pendant un quart d'heure.

Pour M. Onimus, l'électrisation des muscles au moyen de courants induits, saccadés, est le moyen qui doit inspirer le plus de confiance lorsqu'il s'agit de déterminer, dans un cas donné, si la mort est réelle ou

apparente. La mort est réelle si la contractilité musculaire n'est plus mise en jeu dans aucune région du corps par ce mode d'électrisation.

Le caustique de Vienne, suivant M. H. Peyraud, donne lieu, lorsqu'il est appliqué sur la peau, à des effets différents, pendant la vie et après la mort. « Lorsque l'eschare produite par ce caustique tarde à se produire, le » sujet est mort. Lorsqu'elle est jaune, le sujet est mort. Lorsqu'elle est » rouge brun ou noire, le sujet est vivant. »

Ces trois Mémoires contiennent des recherches expérimentales intéressantes, mais ils sont incomplets sur tels ou tels points de la question. Aussi la Commission ne propose-t-elle pas de décerner le prix Dusgate. Elle est d'avis, toutefois, que ces recherches méritent d'être encouragées, et, en conséquence, elle propose à l'Académie de donner :

A M. **Onimus**, un encouragement de *mille francs*; à M. **H. Peyraud**, un encouragement de *mille francs*; à M. **G. Le Bon**, un encouragement de *cinq cents francs*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX BOUDET.

(Commissaires : MM. Pasteur, Vulpian, Marey, Bouley, Gosselin rapporteur.)

Conformément à un vœu exprimé avant sa mort par M. Boudet, Mme Boudet et ses fils ont mis une somme de *six mille francs* à la disposition de l'Académie des Sciences pour la donner en prix, à la fin de 1880, à l'auteur qui aurait fait faire un progrès à l'art de guérir, en s'inspirant des travaux de M. Pasteur sur la fermentation et les organismes inférieurs.

La Commission a cherché d'abord si, en partant des vues de M. Pasteur, quelqu'un avait fait faire un progrès au traitement des maladies internes. Plusieurs médecins ont bien eu l'espérance, en donnant l'acide phénique à l'intérieur, de produire dans la variole et dans la fièvre typhoïde des effets heureux qu'ils auraient expliqués par une action hypothétique sur des germes invisibles, présumés causes de la maladie ; mais cette espérance ne s'est pas réalisée, au moins d'une façon irréfutable et irrécusable pour tout le monde.

De même, depuis que M. Pasteur a montré, par ses belles expériences sur les cultures de la bactéridie du charbon, l'importance que ce microbe paraît avoir dans l'origine et le développement des maladies charbonneuses,

on a pu espérer qu'un traitement curatif institué en vue de tuer le parasite ou un traitement préservatif destiné à empêcher son développement découlerait de ces notions. Mais jusqu'ici encore les faits n'ont pas répondu à l'attente légitime provoquée par les travaux de notre éminent Confrère. La Commission connaissait bien les tentatives de M. Davaine pour traiter la pustule maligne de l'homme par les injections sous-cutanées de teinture d'iode ou d'acide phénique en vue de détruire les bactéridies. Elle connaissait aussi les expériences de M. Toussaint sur l'inoculation vaccinale du sang charbonneux modifié par une élévation de température, celles de MM. Arloing, Cornevin et Thomas sur les effets préservateurs des injections intra-veineuses de ce même produit, mais ces tentatives et ces expériences n'ont pas encore abouti à des résultats assez complets pour que votre Commission puisse affirmer au nom de l'Académie des découvertes thérapeutiques réelles et incontestées. Elle reconnaît seulement qu'il y a là un beau champ d'investigations ouvert, elle félicite ceux qui y sont engagés, et elle les encourage de tous ses vœux et de toutes ses sympathies.

Mais ce qui n'a pas eu lieu encore jusqu'ici pour la thérapeutique médicale s'est produit pour la thérapeutique chirurgicale. Deux chirurgiens célèbres, M. Alph. Guérin en France et M. **Joseph Lister** en Angleterre, ont eu le bonheur, en s'inspirant des travaux de M. Pasteur, de doter la Chirurgie de moyens puissants qui ont amoindri au delà de toute espérance les accidents mortels consécutifs aux grandes plaies accidentelles et opératoires. Nous n'avons pas à revenir longuement sur le pansement ouaté de M. Alph. Guérin, puisque la Commission n'a pu choisir ce dernier pour le concurrent heureux. Liée par les termes mêmes de la fondation, elle ne peut partager le prix Boudet. Elle a donc dû se laisser guider par ce fait que le progrès dû à M. Alph. Guérin, tout important et utile qu'il ait été dans le principe, n'a cependant pas eu des applications aussi étendues et n'a pas été aussi universellement adopté et proclamé que celui de M. Lister.

Le point de départ de M. Lister est d'ailleurs le même que celui de M. Alph. Guérin. Pour eux, les germes atmosphériques sont les causes de la décomposition putride et des résorptions dangereuses qui se font à la surface et dans la profondeur des plaies. Mais, tandis que M. Alph. Guérin pensait, en tamisant l'air dans le coton, empêcher l'arrivée des germes sur la blessure, M. Lister a visé à la destruction de ces mêmes germes autour des plaies. Immersion préalable des mains du chirurgien et de ses instruments dans l'acide phénique, pulvérisations phéniquées, lotions phéniquées de la partie blessée avant, pendant et après l'opération, introduc-

tion d'un drain phéniqué, enveloppement par une gaze et une toile imperméables phéniquées préparées à l'avance, ligatures phéniquées au catgut pour les artères, M. Lister a tout fait pour détruire les germes, et, guidé par cette pensée, il est arrivé à la série de moyens dont l'ensemble constitue ce qu'il a appelé le *pansement antiseptique*, et ce que les chirurgiens contemporains ont très justement nommé le *pansement de Lister*.

Les résultats donnés par ce pansement, le monde entier les connaît : ce sont des guérisons plus rapides et sans suppuration dans les cas où la réunion immédiate a pu être faite et a réussi, des guérisons moins compliquées d'accidents dans ceux où la suppuration a été inévitable, une proportion très réduite de l'infection purulente, une diminution du nombre et de la gravité des érysipèles.

En présence de changements si heureux introduits par M. Lister dans le traitement des plaies, votre Commission a dû reconnaître que les travaux de ce chirurgien répondaient plus que tous les autres à l'intention exprimée par M. Boudet.

Qu'on me permette cependant de placer ici une réflexion : c'est certainement parce que les opinions de M. Pasteur sur la fermentation l'ont guidé, que M. Lister est arrivé aux résultats remarquables dont il vient d'être question ; mais de ce que les faits sont réels et incontestés, ce n'est pas une raison pour que la théorie qui leur a donné naissance soit à l'abri de toute objection, et surtout qu'elle soit la seule admissible.

J'ai pour ma part appelé l'attention (¹) sur un mode d'action des antiseptiques dont ne s'est pas occupé M. Lister : je veux parler de la modification toute spéciale imprimée au sang et à nos tissus par le contact même de l'agent antiseptique, et aussi bien par celui des alcools que par celui des phénols, dont s'est occupé exclusivement M. Lister. De ce contact résulte ce que j'ai appelé l'*imputrescence absolue*, ou tout au moins une diminution notable pour nos liquides de l'aptitude à s'altérer et à devenir putrides, quand bien même les germes atmosphériques ne seraient pas détruits, d'où cet agrandissement du champ des innovations créées par M. Lister qui consiste à utiliser pour certains cas des agents plus puissants et plus faciles à préparer que ceux du chirurgien anglais, et à traiter par des antiseptiques plus efficaces non seulement les plaies qui se préparent à suppurer, mais aussi les cavités qui ont suppuré déjà et dont l'exposition à l'air peut devenir dangereuse.

(¹) *Comptes rendus*, 29 septembre, 6 octobre et 17 novembre 1879.

Cette réserve faite sur la question théorique, la Commission reconnaît que M. **Joseph Lister** a inventé, en s'appuyant sur les travaux de M. Pasteur, une thérapeutique chirurgicale des plus importantes, et à l'unanimité elle vous propose de lui décerner le prix Boudet.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, de la Gournerie, Perrier, Delesse rapporteur).

La question proposée par l'Académie pour sujet du prix à décerner en 1880 était la suivante :

« *Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits*
» *sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa, depuis*
» *l'époque romaine jusqu'à nos jours. Rattacher à ces mouvements les faits de*
» *même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres. Grouper et*
» *discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une étude faite sur*
» *les lieux. Rechercher, entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu*
» *être placés, à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés*
» *et servir à déterminer les mouvements de l'avenir.* »

Quatre Mémoires lui ont été soumis :

Le n° 1, d'un auteur anonyme; le n° 2, de M. Jules Girard; le n° 3, de M. Alexandre Chèvremont; le n° 4, de M. L. Quesnault.

Tous portent la trace d'efforts très sérieux faits par leurs auteurs; mais, indépendamment d'erreurs dans le détail desquelles il n'y a pas lieu d'entrer, on peut leur adresser le reproche d'avoir été rédigés en trop grande hâte et de ne pas présenter toujours les qualités de méthode et de rigoureuse précision qu'exige un Mémoire scientifique. L'un d'eux se réduit, à peu près, à des Notices relatives au mont Saint-Michel, qui ont été publiées depuis longtemps par leur auteur.

On peut s'étonner que les concurrents aient perdu de vue ou même com-

plètement ignoré les beaux travaux d'Élie de Beaumont relatifs aux effets de la mer sur ses rivages et aux mouvements de ses côtes. Un ouvrage classique du maître, ses *Leçons de Géologie pratique*, réunissait cependant des données qui étaient précieuses pour la solution de la question posée par l'Académie.

D'un autre côté, certains concurrents sont tombés dans un excès inverse, car ils ont fait soit pour le texte, soit pour les cartes, des emprunts tellement étendus à la *Géographie de la Gaule romaine*, de M. E. Desjardins, ainsi qu'à la *Géographie universelle*, de M. E. Reclus, que leur travail perdait par cela même tout caractère d'originalité.

D'après les termes de la question posée pour le prix Gay, il y avait lieu de grouper et de discuter les renseignements historiques, en les contrôlant par des explorations faites sur les lieux. Les concurrents ont bien, en effet, visité quelques parties des côtes de France; l'un d'eux habite même Saint-Servan, et l'autre Montmartin-sur-Mer. Toutefois, la Commission a trouvé qu'une part assez large n'avait pas été faite aux explorations sur le terrain, et surtout à l'étude géologique des dépôts quaternaires et modernes sur nos côtes maritimes.

Lorsque l'appareil littoral ou lorsque des bancs formés soit de coquilles, soit de plantes marines, vivant encore sur la plage voisine, s'observent à l'intérieur des terres, on doit admettre que la côte s'est élevée depuis la période actuelle.

Au contraire, la constatation sous la mer de constructions, de routes et de voies romaines, celle de forêts et de tourbières contenant les arbres et les plantes qui se développent actuellement près du rivage, sont un indice que la côte s'est affaissée.

Un intérêt tout particulier s'attache donc à l'étude géologique détaillée des couches marines et lacustres qui se sont formées sur les côtes. Cette étude présente assurément des difficultés; elle peut cependant être faite en explorant les plages sous-marines pendant les marées de vives eaux, en dressant minutieusement, et dans les plus grands détails, la coupe des excavations ou des puits creusés au bord de la mer, en utilisant les sondages destinés à reconnaître les terrains qui doivent recevoir, près du rivage, des ponts, des constructions, des chemins de fer.

Cependant il ne suffit pas d'étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement des côtes pour se rendre compte des modifications qu'elles ont éprouvées avec le temps.

En effet, la mer ronge sans cesse l'ensemble des côtes, et elle tend même

à produire des baies ou des golfes dans celles qui se laissent désagréger le plus facilement. Ses érosions sont particulièrement énergiques sur notre littoral océanique, et surtout dans la Manche. Elles sont visibles même d'une année à l'autre, et l'histoire ainsi que la tradition ont conservé le souvenir d'un vaste travail de destruction opéré par l'Océan dans les siècles passés.

D'un autre côté, si la mer excave certaines parties du littoral, elle tend au contraire à en augmenter d'autres, en déposant des alluvions. Indépendamment des alluvions marines, les alluvions fluviatiles peuvent également opérer le comblement des golfes, et elles contribuent aussi à modifier les contours des rivages. Ces phénomènes s'observent dans l'Océan; mais ils sont surtout bien visibles sur notre littoral méditerranéen, où d'anciens ports romains ont été comblés et se trouvent maintenant à l'intérieur des terres.

Enfin l'homme, par ses travaux de dessèchement, de colmatage et d'endiguement, apporte encore de légers changements dans les rivages.

Il a paru à la Commission que les concurrents, malgré des efforts très dignes d'éloges, n'avaient pas accordé une importance assez grande aux explorations sur le terrain et à l'étude géologique des dépôts formés sur notre littoral; cette étude était cependant fondamentale pour la solution de la question posée par l'Académie.

Observons aussi que deux des Mémoires envoyés font une part trop large aux recherches d'Archéologie et d'Histoire, en sorte que leur appréciation appartiendrait autant à l'Académie des Inscriptions qu'à l'Académie des Sciences.

En définitive, la Commission a décidé, à l'unanimité, qu'il n'y avait pas lieu de décerner le prix Gay en 1880, et elle propose de retirer la question du Concours. Elle propose aussi d'attribuer des encouragements de 500^{fr} à chacun des Mémoires n° 1 et n° 3.

L'auteur **Anonyme** du Mémoire n° 1 a spécialement porté son attention sur les observations géologiques, et il a su tirer parti des nombreux sondages exécutés récemment le long du chemin de fer d'Avranches à Dol et à Lamballe. Ces sondages montrent qu'après l'époque du Mammouth et dans les temps préhistoriques, il s'est produit un premier affaissement des côtes nord de Bretagne, sur lesquelles la mer a déposé des couches inférieures de tangue; puis ces côtes ont subi un premier exhaussement et ont alors été recouvertes de tourbières et de forêts. Un second affaissement

a amené un nouveau dépôt de tangue et de couches marines qui est postérieur à Jules César. Enfin un second exhaussement a relevé ces couches marines au-dessus du niveau des marées. Il est regrettable, toutefois, que l'auteur du Mémoire n'ait pas fait des recherches précises et détaillées sur les débris d'animaux qui se trouvent dans la tangue et dans les couches marines, non plus que sur les plantes qui constituent les diverses couches de tourbe.

L'auteur anonyme du Mémoire n° 1, ayant appris qu'une distinction lui était accordée, a demandé qu'il fût procédé à l'ouverture du pli cacheté qui accompagnait son travail.

M. le Président, s'étant conformé à ce désir, a proclamé le nom de M. **Delage.**

M. **Alexandre Chèvremont** (n° 3) présente une étude très détaillée de tout le golfe normanno-breton compris entre Cherbourg et Brest. S'attachant surtout à discuter les nombreux documents historiques qui se rapportent à cette partie de notre littoral, il cherche à les contrôler par les observations faites sur les côtes. Il traite spécialement, avec de grands détails, tout ce qui concerne le mont Saint-Michel et le marais de Dol. Partant ensuite des données que le golfe normanno-breton fournit sur l'exhaussement et sur l'abaissement alternatif de nos rivages, il les généralise, les étendant non seulement à toutes les côtes de France dans l'Océan et même dans la Méditerranée, mais encore aux côtes des îles Britanniques, des Pays-Bas, de l'Allemagne, de la Scandinavie, et en définitive à celles de l'Europe entière. Il nous a paru que cette généralisation était au moins prématurée, car les côtes sur lesquelles des observations sérieuses ont été faites sont encore peu nombreuses et souvent très éloignées. En outre, les exhaussements comme les abaissements sont extrêmement variables d'une côte à l'autre et peuvent même s'exercer en sens inverses; de plus, sur des points très rapprochés, ils diffèrent par leur amplitude et quelquefois par leur nombre.

Une critique semblable doit être adressée au synchronisme que l'auteur cherche à établir entre les dépôts, d'ailleurs si peu importants, du marais de Dol et les diverses époques que les géologues distinguent en Europe pendant la période quaternaire. Les dépôts qui se sont formés sur notre littoral pendant cette longue période sont encore bien peu étudiés, en sorte qu'il est prudent de réserver ce travail de synchronisme pour l'avenir.

En ce qui concerne la partie historique du travail de M. Chèvremont, un

juge des plus compétents, M. Alfred Maury, de l'Académie des Inscriptions, a bien voulu en faire l'examen; il y a constaté une érudition de bon aloi, une connaissance étendue des sources et une critique exercée. Quelques réserves lui paraissent cependant nécessaires. En particulier, l'auteur admet, sans la justifier suffisamment, une tradition confuse d'après laquelle, au moyen âge, l'île de Jersey (*Insula Cesarœa*) n'était encore séparée du continent que par une grève et un peu d'eau, qu'une simple planche permettait de franchir.

Si l'on étudie les cartes hydrographiques, leurs courbes de niveau montrent bien que des presqu'îles réunissaient autrefois Jersey et les îles anglonormandes au Cotentin. Ces presqu'îles existaient sans doute pendant les âges préhistoriques; mais, même pour Jersey, elles devaient avoir été détruites par la mer, bien avant l'époque gallo-romaine.

M. Chèvremont s'est, du reste, proposé la solution d'une question à la fois plus étendue dans le temps et plus resserrée dans l'espace que celle posée par l'Académie, car il a cherché à faire l'histoire des révolutions dont le golfe, qui s'étend de Cherbourg à Brest, a été le théâtre depuis le milieu de la période tertiaire. C'est de ce travail, encore inédit, qu'il a extrait les Chapitres répondant au programme du prix Gay.

Les conclusions de la Commission sont adoptées par l'Académie.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

(Commissaires : MM. Vulpian, Marey, Ch. Robin, Bouley, H. Milne Edwards rapporteur.)

On sait depuis longtemps que certaines parties de la fleur, appelées *miellières* par Vaillant, puis désignées sous le nom de *nectaires* par Linné, laissent souvent échapper des gouttelettes d'un liquide sucré ou *nectar*, dont divers insectes, notamment les abeilles et les bourdons, sont très avides, et récemment les relations établies de la sorte entre ces animaux et les plantes ont été considérées par les naturalistes de l'école darwinienne comme exerçant une grande influence sur les transformations que celles-ci seraient susceptibles d'éprouver.

L'étude des nectaires avait occupé beaucoup de botanistes; cependant leur histoire n'était que très imparfaitement connue, et il importait de soumettre à un contrôle sévère les observations qui ont servi de base aux hypothèses, parfois très séduisantes, dont nous venons de parler.

M. Gaston Bonnier, maître de conférences à l'École Normale supérieure, a entrepris cette tâche. Il s'est proposé d'examiner plus attentivement que ne l'avaient fait ses devanciers la structure intime des parties nectarifères des végétaux, ainsi que la nature, le mode de formation et les usages physiologiques des produits fournis par les nectaires; enfin il a voulu appliquer la méthode expérimentale à l'étude des relations généralement admises aujourd'hui comme existantes entre la conformation ou le mode de coloration des fleurs et leur fréquentation par les insectes.

Votre Commission n'ayant à s'occuper que des travaux de Physiologie expérimentale soumis à son jugement, nous ne parlerons pas des recherches anatomiques de M. Bonnier, si ce n'est pour dire qu'elles ont été faites habilement et qu'elles ont jeté de nouvelles lumières sur le mode de constitution des nectaires et d'autres parties de l'organisme végétal dans lesquelles des matières sucrées peuvent être accumulées; mais nous croyons devoir rendre compte de la partie physiologique du Mémoire de ce jeune naturaliste, car elle nous a paru digne de l'une des hautes récompenses dont l'Académie dispose annuellement.

Les principales expériences de M. Bonnier sont relatives, les unes à l'étude des nectaires considérées sous le rapport téléologique, les autres aux fonctions de ces parties dans l'économie de la plante qui en est pourvue.

Vers la fin du siècle dernier, Conrad Sprengel regarda les nectaires comme étant des organes excréteurs servant à débarrasser les plantes de certaines matières inutiles ou même nuisibles, et destinés principalement à préparer pour le service des insectes les sucs mielleux dont ces animaux se nourrissent. Le rôle accompli par les insectes comme transporteurs du pollen des fleurs mâles aux fleurs femelles de certaines plantes dioïques, telles que les palmiers, avait conduit aussi quelques auteurs à penser que les abeilles et les bourdons, attirés dans l'intérieur des fleurs nectarifères par le sucre excrété de la sorte, pouvaient exercer sur la fécondation de celles-ci une influence analogue. Enfin, des expériences faites récemment par M. Darwin et par quelques autres naturalistes sur les effets des fécondations croisées comparés à ceux produits par la fécondatien directe ou autofécondation des fleurs hermaphrodites ont servi de base à une autre série de vues théoriques relatives au perfectionnement de ces fleurs par voie

d'adaptation. Dans cet ordre d'idées, la coloration vive des fleurs serait avantageuse aux plantes, parce qu'elle servirait à attirer les insectes avides de sucre et que les fécondations croisées opérées par ces visiteurs auraient pour résultat le développement progressif des propriétés particulières aux individus dont la propagation aurait été favorisée de la sorte.

Depuis quelques années on a beaucoup disserté sur des questions de ce genre. M. Bonnier a trouvé utile de les aborder d'une autre manière, de les traiter expérimentalement et d'examiner, par exemple, si en réalité la couleur des fleurs guide les insectes dans la recherche du nectar.

Pour résoudre cette question, M. Bonnier a opéré sur des abeilles vivant à la campagne en pleine liberté et dans des conditions complètement normales; il a placé, à proximité de leur ruche, une série de petites pièces de la même étoffe, de même grandeur et également enduites d'une même matière sucrée, mais de couleurs différentes, et, au moyen de pesées précises, il a constaté qu'il n'y avait aucune relation entre ces différences de coloration et les quantités de sucre enlevées. L'hypothèse de l'adaptation chromatique des fleurs en rapport avec l'emploi que les insectes font de leurs sucs et avec les effets produits par les fécondations croisées ne paraît donc avoir aucune base et rentre dans la catégorie des simples vues de l'esprit, dont, en général, la Science ne tire que peu de profit.

D'autres expériences ont permis à M. Bonnier de constater que le mode de conformation des fleurs est également sans influence sur l'attrait de celles-ci pour les insectes. Enfin, il est maintenant bien démontré que ces animaux profitent du sucre excrété par un nectaire comme l'homme profite du sucre accumulé dans la racine d'une betterave, sans que dans l'un ou l'autre de ces appareils physiologiques le travail accompli par le végétal soit déterminé par l'emploi que les êtres animés peuvent faire de leurs produits.

La seconde partie des recherches expérimentales de M. Bonnier a pour objet l'étude du mode de production du nectar des fleurs et des usages de cette matière dans l'économie du végétal. Là l'auteur a dû appeler à son aide la Chimie, comme notre illustre et regretté Confrère Claude Bernard l'avait fait en étudiant la glycogénèse chez les animaux; il a dû également distinguer entre eux les saccharoses et les glucoses, examiner le rôle de l'une et l'autre de ces espèces de sucres dans la nutrition de la plante, et rechercher la cause de la transformation des premiers en un aliment assimilable par l'organisme végétal.

Les limites que les usages de l'Académie assignent à nos Rapports ne nous permettent pas de rendre compte des diverses expériences à l'aide desquelles M. Bonnier a résolu ces problèmes, et nous nous bornerons à indiquer très brièvement quelques-uns des résultats obtenus par ce jeune botaniste.

Les nectaires, de même que beaucoup d'autres parties des plantes, ne sont pas des organes spéciaux, mais seulement des magasins dans lesquels du saccharose s'accumule et constitue une réserve alimentaire, destinée à servir ultérieurement à la nutrition d'organes voisins; mais, pour être utilisé de la sorte, il faut que cette espèce de sucre soit transformé en glucose, et dans l'organisme végétal cette transformation est effectuée par un ferment soluble, que M. Bonnier est parvenu à isoler. Cet agent n'est autre que la substance désignée par notre savant Confrère, M. Berthelot, sous le nom de *ferment inversif;* il se développe dans le voisinage de l'ovaire, principalement au moment de la formation du fruit, et le glucose produit dans le nectaire par son influence est résorbé en majeure partie pour servir à la nutrition de ce même fruit. Mais il peut arriver aussi qu'une portion du suc accumulé de la sorte dans le nectaire transsude au dehors, et là, suivant l'état de l'atmosphère, reste pendant un certain temps sous la forme d'une gouttelette ou s'évapore promptement, en abandonnant à la surface extérieure du magasin nectarifère la matière sucrée qui s'y trouvait en dissolution. M. Bonnier a étudié avec beaucoup de précision l'influence de la température, de l'état hygrométrique de l'atmosphère, de la pression barométrique et des climats, sur la marche de ces phénomènes. Pour effectuer cette longue série d'investigations dans des conditions favorables, M. Bonnier ne s'est pas contenté d'observations faites dans un laboratoire ordinaire; il a examiné comparativement la production du nectar par les mêmes plantes vivantes, dans les plaines basses des environs de Paris, dans les montagnes plus ou moins hautes du Dauphiné et de la Suisse, ou bien encore sous le rude climat de la Norvège, où il est allé passer plusieurs mois, dans l'unique but d'y poursuivre ses travaux relatifs à la physiologie végétale et à la distribution géographique des plantes.

Il a obtenu, de la sorte, des résultats très nets et très concordants. Enfin, ses observations et ses expériences nous donnent une explication non moins simple que satisfaisante d'un grand nombre de faits qui étaient jusqu'alors difficiles à interpréter.

Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, nous n'entrerons pas

dans plus de détails à ce sujet, car ce que nous venons de dire du Mémoire de M. Bonnier suffira, croyons-nous, pour motiver l'opinion favorable que votre Commission en a conçue.

Plusieurs autres travaux ont été soumis à notre jugement; mais la plupart n'avaient pas autant d'importance que celui dont nous venons de rendre compte, et certains d'entre eux, étant encore inachevés ou nécessitant un plus long examen, nous ont paru devoir être réservés pour le prochain Concours. Nous avons pensé aussi qu'il était bon d'encourager, parmi les botanistes, l'emploi des méthodes expérimentales rigoureuses dans l'étude de questions pour la solution desquelles les naturalistes sont aujourd'hui trop enclins à se contenter de données vagues et d'hypothèses hasardées.

A l'unanimité, votre Commission vous propose donc de décerner le prix de Physiologie expérimentale à M. **Gaston Bonnier**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Dumas, Chevreul, Peligot, Fremy, Boussingault rapporteur.)

Dans les mines de houille, l'éclairage a lieu avec la lampe imaginée par Davy, après qu'il eût constaté le refroidissement que subit un gaz en ignition traversant une toile métallique. La flamme résultant de la combustion d'un mélange d'air et de grisou opérée à l'intérieur d'une lampe de sûreté ne se propage pas au dehors; elle prend un aspect particulier, s'allonge, change de couleur, *marque*, comme le disent les mineurs, qui reconnaissent, à ces caractères, qu'ils sont dans un mélange explosif.

Si le grisou est en proportion telle que la combustion intérieure soit vive et continue, la chaleur dégagée peut alors acquérir assez d'intensité pour que l'enveloppe métallique protectrice devienne incandescente, et par suite capable d'allumer l'atmosphère ambiante.

Sans doute, ce cas se présentera rarement dans une mine où la ventila-

tion largement pratiquée dilue, noie, en quelque sorte, le gaz inflammable dans un volume d'air considérable. Néanmoins il est des circonstances, que rien ne fait prévoir, où l'on traverse momentanément une zone chargée de grisou, même dans les travaux les mieux aérés, ou bien encore, ainsi qu'il arrive dans des exploitations de pétrole, d'énormes masses de sable bitumineux font irruption dans les galeries, chassées qu'elles sont par des eaux salées accompagnées de gaz combustibles.

Lorsque, par une cause quelconque, l'atmosphère est assez chargée de grisou pour que la toile métallique d'une lampe rougisse, le mineur est dans une situation périlleuse : fuir serait une imprudence, l'agitation de l'air pouvant faire sortir la flamme de l'enceinte où elle est confinée; l'unique moyen efficace pour conjurer le danger est d'éteindre la lampe, non pas en soufflant, mais en l'étouffant sous les vêtements. Malgré la promptitude avec laquelle on agit, on éprouve une grande anxiété, par la raison qu'on peut être frappé par un coup de feu; on conçoit dès lors l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir éteindre instantanément une lampe placée dans les conditions qu'on vient de signaler. C'est à ce résultat qu'est parvenu M. BIRCKEL, ancien élève de l'École Centrale, ingénieur aux mines de Pechelbronn, par une modification apportée à la lampe de sûreté.

Cette modification, des plus simples, consiste à pourvoir le cylindre en toile métallique d'une double enveloppe en fer-blanc; l'une, supérieure, mobile, glisse sur l'enveloppe inférieure, fixe, quand on lui imprime un mouvement concentrique en faisant tourner le crochet de suspension. Ces enveloppes portent des ouvertures correspondantes et d'égales sections, de sorte qu'il est possible de diminuer plus ou moins l'accès de l'air, et même de le supprimer, de manière à éteindre subitement le grisou brûlant dans la lampe. Il n'est pas d'ailleurs indispensable d'aller jusqu'à l'extinction, parce que, en réglant l'arrivée de l'air, s'il survient un accroissement de gaz combustible, la flamme s'éteindra spontanément, faute d'oxygène. Le pouvoir éclairant d'une lampe de Mueseler, quand elle porte les enveloppes régulatrices, n'est pas sensiblement atténué, par la raison qu'elles n'interceptent que la faible lumière émanant du treillis métallique. Il est établi par un Rapport de M. von Albert, ingénieur des mines de l'arrondissement de Strasbourg, que depuis près d'une année la lampe modifiée par M. Birckel est en usage dans les mines de Pechelbronn, où l'on travaille dans une atmosphère fortement chargée de grisou, sans qu'on ait eu à signaler aucun accident. Aussi les mineurs trouvent-ils une grande sécurité dans l'emploi de cette lampe, dont le poids est à peine augmenté par

les enveloppes, qui ont d'ailleurs l'avantage de protéger le tissu métallique et d'empêcher la flamme de traverser ce tissu dans le cas d'un courant d'air ou d'un mouvement brusque.

En présence de résultats aussi satisfaisants, votre Commission a pensé que l'auteur de la modification apportée à la lampe de sûreté, en vue d'en déterminer l'extinction instantanée dans une atmosphère éminemment explosive, méritait une récompense; en conséquence, elle propose d'accorder à M. **Birckel** une somme de *quinze cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Dumas, Thenard, Tresca, Breguet, Bertrand rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose de décerner le prix Trémont pour l'année 1880 à M. **J. Vinot**, fondateur et directeur du Journal *le Ciel*.

Elle est heureuse d'encourager les efforts poursuivis depuis seize ans par M. Vinot pour développer chez tous les esprits curieux le goût de l'Astronomie et pour les aider par des explications incessantes toujours simples, précises, sur tous les sujets accessibles à leurs observations.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Boussingault, Milne Edwards, Dumas rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Gegner de l'année 1880 à M. **V.-A. Jacquelain**, pour l'ensemble de ses travaux de Chimie, et notamment pour la belle observation qui lui est due sur la transformation du diamant en graphite sous l'influence des hautes températures obtenues au moyen de la pile de Volta.

M. Jacquelain, dans le cours de sa longue carrière comme chef des laboratoires de l'École Centrale, s'est appliqué à préparer de nombreux produits dans un état exceptionnel de pureté. L'Académie, en lui fournissant les moyens d'en compléter l'étude, espère que les notions qu'ils peuvent fournir à la Science ne tarderont pas à être mises sous les yeux des chimistes.

Cette proposition est adoptée.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. de Lesseps, d'Abbadie, Milne Edwards, Cosson, amiral Mouchez rapporteur.)

Un homme d'un caractère énergique, plein de courage, de hardiesse et de persévérance, vient de renouveler dans l'extrême Orient une de ces entreprises rappelant, comme celle de Doudard de la Grée dans le Mékong, ces épisodes légendaires qui, au XVIe siècle, caractérisèrent les conquêtes dans le nouveau monde et firent momentanément la grandeur de l'Espagne et du Portugal. Il nous donne un nouvel exemple de cette puissance féconde de l'initiative privée, qualité trop rare, trop peu encouragée en France, mais aussi commune qu'appréciée chez d'autres grandes nations dont elle a le plus servi la prospérité. C'est à cette vigueur d'initiative de leur race, à cette confiance en soi, à cette hardiesse d'entreprise qui les pousse sans cesse à porter au loin, hors de leur frontière, l'exubérance de leurs forces et de leur activité, que les Anglais et les Américains doivent surtout l'énorme développement de leurs relations sur toute la surface du globe et leur prospérité sans égale. Si la France comptait beaucoup d'hommes comme **Dupuis** et savait les encourager au lieu de les abandonner, elle ne tarderait pas à relever son commerce de la déplorable infériorité où il se trouve encore aujourd'hui dans l'extrême Orient : pendant que le total de nos échanges n'y est annuellement que de 165000 tonneaux, les Américains arrivent au chiffre de 2800000 tonneaux et les Anglais à 5 millions de tonneaux. C'est le droit et le devoir des nations les plus civilisées, mais c'est aussi leur honneur et la cause la plus efficace, la plus juste de leur prospérité, d'introduire chez les peuples arriérés leur influence, leur commerce et les bienfaits de la civilisation. Malgré l'état si remarquablement prospère où se trouve aujourd'hui la France, on prendra certainement pour une marque de faiblesse ou d'impuissance sa non-intervention au Tonkin, et ce sera peut-être pour l'avenir une faute irréparable de ne pas suivre aujourd'hui la voie si facile, si fructueuse, ouverte par Dupuis dans cette belle et populeuse contrée, voisine de nos possessions asiatiques.

Jean Dupuis, né en 1829, manifesta de bonne heure son goût pour les sciences géographiques et les voyages. En 1857, il se rend en Égypte au moment où commence l'entreprise du canal de Suez; mais, n'y trouvant pas, après deux ans de séjour, de position en rapport avec ses goûts et son ambition, il part pour la Chine et arrive dans le Yang-tze-kiang en même temps

que l'amiral anglais Hope, chargé de choisir trois ports nouveaux à ouvrir au commerce européen. Il suit cette expédition et se fixe à Han-Keou, le premier de ces ports. Il s'occupe aussitôt, avec toute l'ardeur qui le caractérise, d'étudier la langue, les mœurs, les ressources du pays, et de se créer des relations commerciales étendues. Sa loyauté, son intelligence lui concilient bientôt toutes les sympathies, et, après quelques années de travail assidu, il arrive à une position des plus honorables; mais, poussé par son esprit aventureux, il veut profiter de ces circonstances favorables pour explorer les populeuses provinces de la Chine méridionale qui, par leur éloignement de toute route économique, échappent encore au commerce européen. Il connaissait les énergiques et persévérants efforts inutilement renouvelés depuis dix ans par les Anglais pour y parvenir par leur frontière orientale de l'Inde; il connaissait également le récent échec de l'expédition française de Doudard de la Grée qui tentait d'y pénétrer par le Cambodge et le Mékong. Guidé par certains renseignements qu'il est parvenu à se procurer, Dupuis se décide à chercher la solution de ce problème par le Song-Koï, ou fleuve Rouge, qui, prenant sa source dans le Yun-nan, traverse le Tonkin du nord-ouest au sud-est.

Il part d'Hang-Keou en septembre 1870 et se rend au Yun-nan alors ravagé par la guerre des Mahométans. Il se lie avec le maréchal Mâ, commandant l'armée chinoise, qui se trouve dans le plus grand dénûment, et il offre d'approvisionner l'armée par le Song-Koï qu'il compte bientôt explorer. Le maréchal Mâ n'accepte ses offres qu'après lui avoir fait comprendre les difficultés presque insurmontables et les dangers de cette entreprise; mais Dupuis, confiant dans son énergique volonté et son courage, persiste dans sa résolution et part avec une escorte qui l'accompagne jusqu'à la frontière du Tonkin. Il continue alors, avec un seul serviteur chinois, la recherche du fleuve du Song-Koï à travers des pays peu connus, peuplés de tribus indépendantes ayant la plus détestable réputation.

Après de bien rudes fatigues, des difficultés et des dangers sans cesse renaissants, il parvient un jour au bord d'une vallée ou plutôt d'un gouffre d'un millier de mètres de profondeur, au fond duquel coule une rivière qu'on lui dit être le Song-Koï.

Il s'y aventure sur une barque et le descend jusqu'à Kouen-ce, premier poste annamite, où on l'empêche de continuer sa route.

Dupuis, certain maintenant de la navigabilité du Song-Koï et de la réalisation de ses espérances, remonte au Yun-nan annoncer son succès aux autorités chinoises. Pendant ce voyage, il a minutieusement exploré

le fleuve et la contrée qu'il traverse; il constate l'abondance des produits naturels les plus variés : mines de houille, de fer, d'étain, de cuivre, d'argent, de cristal de roche, minerais d'or très abondants chez les Muong, végétation tropicale splendide, gibiers et animaux de toute espèce.

Les autorités du Yun-nan, vivement frappées de l'importance de cette découverte pour la prospérité des provinces qu'elles administrent, chargent Dupuis de l'approvisionnement de l'armée, lui offrant un corps de dix mille hommes pour assurer la libre circulation du fleuve Rouge contre l'hostilité des peuples riverains ; elles l'accréditent officiellement auprès du roi d'Annam, vassal de la Chine. Dupuis, tout en acceptant la mission commerciale, refuse l'offre du corps d'armée, intervention officielle du gouvernement chinois, qui pourrait gravement compromettre les intérêts futurs de la France au Tonkin. Ce refus patriotique de Dupuis lui fait d'autant plus d'honneur que le concours de ce corps d'armée, en assurant la réussite de son entreprise, lui assurait en même temps une brillante fortune.

En janvier 1872, Dupuis vient en France préparer son expédition et faire part au Gouvernement de son projet d'ouverture du fleuve du Tonkin, en lui demandant son concours. Mais nous étions malheureusement à une époque trop critique encore pour songer à des entreprises lointaines, quelque faciles et séduisantes qu'elles fussent ; Dupuis ne peut obtenir du Gouvernement, assez mal renseigné d'ailleurs sur l'état de ces contrées, qu'un stérile témoignage de sympathie.

Il repart donc seul pour poursuivre ses opérations et se présente à la fin de 1872 dans le golfe du Tonkin, sur la côte basse du delta du Song-koï, à la tête d'une flottille de navires à voiles et à vapeur entièrement équipée à ses frais. Il explore minutieusement ces côtes inconnues de nos hydrographes, finit par découvrir un chenal où il pénètre avec ses navires et remonte jusqu'à Ha-noï, à 30 lieues de la mer.

L'arrivée si extraordinaire de cette première expédition européenne dans la capitale du Tonkin jette le plus grand effroi parmi les mandarins annamites, qui, n'osant pas l'attaquer de front, lui font dès ce jour une guerre sourde et acharnée. Dans cette position critique, Dupuis se voit obligé d'agir avec vigueur; il attaque les Annamites, les refoule dans la citadelle et se rend maître de la ville de commerce où la population tonkinoise lui est favorable. Laissant alors une partie de son expédition à son second, M. Millot, il remonte avec l'autre au Yun-nan, où il retrouve son ami le maréchal Mâ, vainqueur des Mahométans.

L'arrivée de l'habile et hardi explorateur et la démonstration si frappante

de la facilité des communications par le Song-koï soulèvent un véritable enthousiasme parmi la population chinoise, et les mandarins lui renouvellent les offres les plus avantageuses, qu'il refuse encore comme il avait refusé déjà les offres des grandes maisons de commerce anglaises et allemandes de Hong-Kong, espérant toujours que la France, dans un prochain avenir, pourrait bénéficier la première du résultat de ses explorations.

Il redescend à Ha-noï, d'où il expédie un second convoi au Yun-nan.

Pendant ce temps, il envoie à Saïgon M. Millot et le charge d'exposer au Gouverneur que l'appui moral de la plus minime force sera suffisant pour établir le protectorat de la France et émanciper dix millions de Tonkinois de la tyrannique oppression annamite, qu'ils subissent depuis le commencement du siècle. Ces faibles et indolentes populations n'attendent qu'une occasion favorable pour s'en débarrasser.

A ce moment, la navigabilité du Song-Koï est bien démontrée; l'hostilité des Annamites est comprimée et les Tonkinois sont bien disposés à recevoir l'intervention française; mais ici se termine la partie heureuse et féconde de la carrière de Dupuis, celle pendant laquelle il a toujours agi seul, et commence avec l'intervention officielle française, tant sollicitée par lui, la série de ses mésaventures et sa ruine.

Au moment où il allait expédier son troisième convoi au Yun-nan, il voit arriver le lieutenant de vaisseau Garnier, envoyé de Saïgon avec une centaine d'hommes, sans autres instructions que d'agir selon les circonstances, comme il le jugerait convenable. Ce remarquable officier, célèbre déjà par son exploration du Mékong, et très au courant des affaires et du caractère annamite, juge rapidement la situation; il comprend combien les circonstances sont favorables à l'extension de l'influence française et quelle jalouse et invincible hostilité rencontreront toujours les Européens de la part des mandarins annamites maîtres absolus du pays. Il prend donc résolûment parti contre ces derniers en faveur des Tonkinois et de Dupuis. A la tête des quatre-vingt-dix hommes qu'il commande et de quatre-vingts et quelques hommes de la flottille de Dupuis, il attaque vigoureusement la citadelle d'Ha-noï, défendue par six à sept mille hommes, et s'en empare en quelques heures. Il s'empare ensuite de toutes les places fortes qui défendent le delta du fleuve. La population indigène, enfin débarrassée du joug annamite, se déclare partout en faveur des Français. Les représentants du gouvernement annamite, se reconnaissant vaincus, ne demandent qu'à traiter. Il aurait suffi à ce moment d'une simple déclaration du gouverneur de Saïgon pour annexer les dix millions

de Tonkinois aussi facilement que quelques années avant on avait annexé, sans tirer un coup de fusil et par un simple décret, les trois nouvelles provinces de la basse Cochinchine.

Mais un déplorable événement change tout à coup la face des affaires. Un fort parti d'ennemis s'étant approché un jour de la citadelle pour l'attaquer, Garnier fait une sortie et, emporté par son téméraire courage, les poursuit au pas de course, suivi seulement de trois hommes, qu'il devance de plusieurs centaines de mètres; il tombe dans un fossé qu'il n'avait pas aperçu et il est massacré avant d'avoir eu le temps de se relever. Ses lieutenants, assistés par les hommes de la flottille de Dupuis, vengent sa mort, en dispersant les dernières bandes ennemies. A cet instant, la conquête du Tonkin pouvait être considérée comme terminée. Malheureusement, par suite d'un déplorable manque d'unité de conduite dans la direction supérieure des affaires, l'officier appelé à remplacer Garnier, sans instructions beaucoup plus précises, adopte une politique diamétralement contraire à celle de son prédécesseur; il prend le parti des mandarins annamites contre les Tonkinois, des oppresseurs contre les opprimés; il fait évacuer par nos détachements toutes les provinces, toutes les places fortes que nous avions conquises, et abandonne au ressentiment des Annamites les nombreux Tonkinois qui s'étaient livrés à nous, leur donnant ainsi la plus fâcheuse opinion de notre caractère national. Il séquestre la flottille de Dupuis, qu'il expulse complètement ruiné; puis il prépare avec l'Annam un traité par lequel nous abandonnions sans nulle compensation effective une situation aussi belle qu'inespérée, conquise par tant d'actes de courage, d'audacieuse initiative et d'habileté politique. Nous nous engageons en outre à lui donner un important matériel de guerre qui lui a été remis l'année suivante.

Dupuis, rentré en France après avoir perdu tout le fruit de sa longue, honorable et laborieuse carrière, sollicite aujourd'hui une réparation des pertes que lui ont fait subir les mesures si déplorables dont il a été victime.

Pendant ces quinze ans de voyages et d'expéditions aventureuses, Dupuis a toujours fait preuve du caractère le plus honorable; ses adversaires ne peuvent que lui contester l'importance de certaines découvertes : le Song-Koï, par exemple, ne serait pas toujours navigable; on y rencontrerait en certaines saisons des rapides, des hauts-fonds nécessitant des transbordements. Mais il n'en est pas moins le premier explorateur de ce fleuve, qu'il a remonté et descendu plusieurs fois à ses risques et périls, sans secours officiels et malgré l'hostilité des Annamites. Les travaux géographiques ré-

cemment exécutés par un officier de marine envoyé en mission spéciale au Tonkin ont à très peu près confirmé tous les levés faits par Dupuis.

En lui accordant le prix Delalande-Guérineau, l'Académie ne préjuge d'ailleurs en rien la décision qu'aura à prendre l'autorité compétente relativement aux réclamations de Dupuis au point de vue des intérêts privés ou politiques. Elle récompensera seulement l'énergique et hardi explorateur qui a parcouru seul, à l'aide de ses propres ressources, tant de milliers de kilomètres à travers des contrées inexplorées par les Européens, qui a ouvert au commerce et à la Science un grand et riche pays où il y aurait un intérêt de premier ordre, aussi bien pour les misérables populations tonkinoises que pour le commerce européen, à établir notre protectorat et notre bienfaisante influence. Elle encouragera enfin parmi nous cette qualité si féconde de l'initiative privée, à laquelle les deux grandes nations maritimes doivent presque uniquement leur énorme développement et qui a le plus contribué à cette subite extension de la civilisation européenne sur toute la surface du globe, merveilleuse transformation à laquelle vient d'assister la génération qui s'éteint et dont le XIXe siècle recevra un éclat sans égal.

L'Académie ne peut d'ailleurs oublier que c'est précisément à cette qualité de l'initiative personnelle, si remarquablement développée chez un de ses plus illustres Membres, que la France devra peut-être de léguer aux âges futurs, profondément gravé à Suez et à Panama, le souvenir le plus impérissable de sa grandeur, de son génie et de sa civilisation.

Les considérations qui précèdent ont décidé votre Commission à vous proposer de décerner le prix Delalande-Guérineau à M. **Jean Dupuis.**

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Termier (Pierre-Marie)**, né le 3 juillet 1859 à Lyon, et entré, en qualité d'élève ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1881, 1882, 1883 ET 1885.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1882.

L'Académie propose pour sujet du prix la « *Théorie de la décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés* », en appelant particulièrement l'attention des concurrents sur les résultats extrêmement remarquables énoncés sans démonstration par Eisenstein dans une Note écrite en langue française au Tome 35 du *Journal de Mathématiques de Crelle* (p. 368, année 1847).

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1882; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1881.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs.*

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année,* dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans,* à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs,* pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1882.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un *prix de Mécanique appliquée* à décerner *tous les deux ans,* le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en régler le programme.

La Commission du prix de 1877 n'a pas cru pouvoir, conformément au Programme proposé, le décerner à l'auteur d'une machine motrice pour tramway, et l'a accordé à une machine motrice s'en rapprochant.

De son côté, la Commission du prix de l'année 1879 n'a pas jugé qu'il lui fût possible de l'accorder à aucun des Ouvrages soumis à son examen.

En conséquence, sur sa proposition, l'Académie maintient la question au Concours et propose de décerner, s'il y a lieu, le prix Fourneyron dans la séance publique de l'année 1881 au meilleur Mémoire ayant pour objet la *construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.*

Les pièces de Concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs.*

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, à 1879, puis enfin à 1882.

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs,* « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau.* Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle maintient au concours pour sujet du prix Damoiseau à décerner en 1882 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en* » *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit* » *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des* » *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une des conditions du prix, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix sera une médaille de la valeur de *dix mille francs.*

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1882.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs,* destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans,* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs.*

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par décret en date du 29 janvier 1875.

Elle propose de décerner le prix Valz de l'année 1881 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour 1878, remise à 1880 et enfin à 1882.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix qu'elle devait décerner en 1880 la question suivante :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point* » *de vue expérimental et théorique.* »

Elle maintient la même question au Concours pour l'année 1882. Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1882.

« *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand* » *développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.* Les Mémoires destinés au Concours seront reçus jusqu'au 1er juin 1882; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel- » lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs* » *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant » de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans,* à dater de mon » décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage » qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie.* Les étrangers » pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la » somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-* » *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je » maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-* » *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, » libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux » autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique,* l'autre pour

» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de » *Physiologie,* distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon » décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront » concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données » en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi, » par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut- » être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles, » qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en » même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom- » penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour » ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde » entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils » seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de » France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1881, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie,* de la *Physique* et de la *Chimie*.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France,* celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 627.

GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1881.

« *Étude géologique approfondie d'une région de la France.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, imprimés ou manuscrits, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1881.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs,* destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré- » cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX ALHUMBERT,

PHYSIOLOGIE DES CHAMPIGNONS.

Question proposée pour 1876, prorogée à 1878, prorogée de nouveau, après modification, à 1880, et remise à 1881.

Après avoir proposé sans succès pour 1876 et 1878 l'*étude du mode de nutrition des Champignons,* l'Académie, élargissant aujourd'hui le cadre de la question, admettra à concourir, en 1881, tout Mémoire qui éclaircira quelque point important de la *Physiologie des Champignons.*

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs.*

Les Ouvrages ou Mémoires, manuscrits ou imprimés, en français ou en latin, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1881.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs,* devant être converti en rentes *trois pour cent,* et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur » ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur « tout ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs*, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

L'Académie décernera ce prix, qui consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1883, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Eu- » rope (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 635.)

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1879 et prorogée à 1881.

L'Académie propose, pour sujet du prix Bordin qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1881, la question suivante :

« *Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence* » *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tige,* » *feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans* » *l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air.*

» *Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces*
» *de la flore maritime.* »

L'Académie désirerait que la question fût traitée dans sa généralité, mais elle pourrait couronner un travail sur l'un des points qu'elle vient d'indiquer, à la condition que l'auteur apporterait des vues à la fois nouvelles et précises, fondées sur des observations personnelles.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, rédigés en français ou en latin, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1881.

Le prix est de la valeur de *trois mille francs*.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1881.

« *Étude comparative de la structure et du développement du liège, et en gé-*
» *néral du système tégumentaire, dans la racine.* »

Grâce à de nombreux et importants travaux, l'étude comparative de la structure et des divers modes de développement de l'appareil tégumentaire, et en particulier du liège, est aujourd'hui assez bien connue dans la tige. L'Académie demande qu'un pareil travail soit réalisé pour la racine, où la coiffe, première-née de ces formations protectrices, est déjà bien connue. En comblant cette lacune, cette étude viendra compléter la connaissance anatomique de la racine, en même temps qu'elle fournira de nombreux points de comparaison avec les formations analogues de la tige.

Le prix est une médaille de *trois mille francs*. Les Mémoires, écrits en français ou en latin, seront reçus jusqu'au 1er juin 1881; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement : par l'A-

cadémie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Morogues en 1883. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX VAILLANT.

Question proposée pour l'année 1882.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle propose, pour sujet de celui qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1882, la question suivante :

De l'inoculation comme moyen prophylactique des maladies contagieuses des animaux domestiques.

Faire connaître, en les appuyant de preuves expérimentales, les méthodes qui peuvent élargir le champ de son application.

Le prix sera une médaille de la valeur de *quatre mille francs*.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1877, remise à l'année 1879 et prorogée à 1881.

« *Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés* » *édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.* »

L'anatomie des Crustacés podophthalmaires a été l'objet de recherches nombreuses; mais on ne connaît que très incomplètement la structure intérieure des Édriophthalmes. L'Académie demande une étude approfondie des principaux appareils physiologiques dans les divers genres d'Amphipodes, de Lamodipodes et d'Isopodes qui habitent les mers d'Europe. Les concurrents devront porter principalement leur attention sur le système nerveux, le système circulatoire, l'appareil digestif et les organes de la génération. Les descriptions devront être accompagnées de figures.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Ouvrages présentés au concours pourront être manuscrits ou imprimés et devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1881.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880, enfin à 1882.

La question proposée est la suivante :

« *Etude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.* »

Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer; mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1882.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je

» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoolo-
» gie, *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savi-
» gny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France,
» pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider
» les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du
» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans
» vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix consiste en une médaille de *neuf cent soixante-quinze francs*.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 631.)

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, à partir de l'année 1882, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1882.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau [1] ».

---

[1] Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs,* il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas;* »

Ou « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

Ou enfin « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le

---

» actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re- » connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs,* institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don- » nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou- » vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

prix annuel pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, représenté par une médaille de *mille francs*, sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs,* pour l'institution d'un *prix triennal « sur » l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et » à la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1881, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1881.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1883, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle annonce qu'elle décernera le prix Dusgate, pour la seconde fois, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1885.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*, à partir de l'année 1881.

Les travaux destinés au Concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de Physiologie expérimentale, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 627.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à ce effet.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1882, le programme dont l'énoncé suit.

La question mise au Concours précédemment, demandait une étude des côtes océaniques de la France et offrait un grand intérêt; comme elle n'a pas été résolue, faute de temps et de recherches suffisantes, la Commission a pensé qu'il y avait lieu de la reproduire, en y apportant quelques modifications et en la généralisant, de manière à comprendre l'ensemble des côtes de France.

Il est d'ailleurs nécessaire de proroger le Concours à l'année 1882; car l'étude des variations éprouvées par les contours de nos côtes, depuis la pé-

riode actuelle, présente de grandes difficultés. On sait, en effet, que ces variations résultent de phénomènes très complexes et nous citerons parmi les principaux :

1° Les *exhaussements* et les *abaissements* qui peuvent offrir plusieurs alternances sur un même point;

2° Les *érosions* produites par la mer et les glissements qu'elles déterminent ainsi que les effondrements occasionnés par des tempêtes et par des mareés exceptionnelles;

3° Les apports d'*alluvions* formées par la mer ou par les eaux douces.

De longues et patientes recherches seront assurément nécessaires pour fournir des documents précis sur l'ensemble des côtes de France; mais il serait déjà très utile d'entreprendre cette étude sur quelques parties de notre littoral. On y parviendra surtout par des observations géologiques qui pourront quelquefois être contrôlées par les données de l'histoire et par la tradition. Il conviendra aussi de consulter les ingénieurs de nos ports, d'avoir recours aux Cartes hydrographiques dressées à différentes époques et aux Cartes malheureusement peu précises et peu nombreuses que nous ont léguées les anciens géographes.

Cette étude permettra, par la suite, de tracer avec plus d'exactitude les contours de nos côtes à l'époque romaine; elle conduira même peut-être à esquisser ces contours au commencement de la période actuelle.

En conséquence, voici dans quels termes la question est formulée :

« *Faire connaître, pour les côtes de France baignées par l'Océan et par la* » *Méditerranée, les dépôts marins ainsi que les dépôts lacustres et terrestres qui se* » *sont formés sur notre littoral depuis la période actuelle et plus particulièrement* » *depuis l'époque romaine.*

» *Cette étude comprendra essentiellement les mouvements d'*exhaussement *et d'*abaissement *de nos côtes; mais il conviendra de faire connaître en* » *outre les modifications qu'elles ont subies, soit par les érosions de la mer, soit* » *par l'apport d'alluvions marines ou fluviatiles.*

» *Le prix pourra être accordé à un Mémoire traitant à fond la question, lors* » *même qu'il s'occuperait seulement d'une région spéciale des côtes de* » *France.* »

Les travaux manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin 1882.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *prix Cuvier*, et qui serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1882, le prix Cuvier à l'Ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1880 jusqu'au 31 décembre 1882, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Ce prix consistera en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1881, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter

ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1882.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.
» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du Concours.
» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1881.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti, *tous les deux ans*, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES AUX CONCOURS.

Les Concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer à MM. les Concurrents, pour les prix relatifs à la Médecine et aux Arts insalubres :

1° Qu'ils ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou à rendre un art moins insalubre;

2° Que les pièces adressées pour le Concours n'auront droit aux prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée* et une application bien constatée;

3° Que l'auteur doit indiquer, par une analyse succincte, la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée, et que, faute de cette indication, sa pièce ne sera point admise. Cette analyse doit être en double copie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J.-B. DUMAS** lit l'Éloge historique de M. **HENRI-VICTOR REGNAULT**, Membre de l'Académie.

D. et J. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1881.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1880.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1881, 1882, 1883 *et* 1885.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1881, 1882, 1883 ET 1885.

1881

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

Prix Fourneyron. — Décerné au meilleur Mémoire ayant pour objet la construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Valz. — Astronomie.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Chimie.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude géologique approfondie d'une région de la France.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Alhumbert. — Physiologie des champignons.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Thore. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Prix Bordin. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

Prix Bordin. — Étude comparative de la structure et du développement du liège, et en général du système tégumentaire, dans la racine.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.

Prix Savigny, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Prix Montyon. — Médecine et Chirurgie.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Serres. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physiologie.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1882

Grand prix des Sciences mathématiques. — Théorie de la décomposition des nombres entiers en une somme de cinq carrés.

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

Prix Damoiseau. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des Tables particulières pour chaque satellite.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

Prix Bordin. — Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.

Prix Vaillant. — De l'inoculation comme moyen prophylactique des maladies contagieuses des animaux domestiques.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

Prix da Gama Machado. — Décerné au meilleur Mémoire sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Gay. — Faire connaître pour les côtes de la France, baignées par l'Océan et par la Méditerranée, les dépôts marins ainsi que les dépôts lacustres et terrestres qui se sont formés sur notre littoral depuis la période actuelle et plus particulièrement depuis l'époque romaine.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Delalande-Guérineau. — Destiné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

1883

Prix de La Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Morogues. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

1885

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination des masses de Mercure, de Vénus, de la Terre et de la parallaxe solaire;* par M. F. TISSERAND.

« Dans le Tome LXXV des *Comptes rendus* (p. 165), Le Verrier a groupé les relations que les théories de Vénus, de la Terre et de Mars lui avaient fournies entre les corrections des trois masses; il en a conclu, en particulier, la masse de la Terre, m'', et ensuite la parallaxe, par la formule

$$(1) \qquad \pi = 608'',79\sqrt[3]{m''}.$$

» Je me propose d'examiner le degré de précision auquel on peut ainsi atteindre et de voir quelle est l'influence des erreurs des observations sur le résultat.

» Soient m, m', m'', m^{IV} les masses de Mercure, de Vénus, de la Terre et de Jupiter. Le Verrier a posé

$$(2) \qquad \begin{cases} m = 0,000000333(1+\nu), \\ m' = 0,000002489(1+\nu'), \\ m'' = 0,0000028817(1+\nu''), \\ m^{\text{IV}} = 0,000952381(1+\nu^{\text{IV}}), \end{cases}$$

et il a obtenu, entre les corrections ν, ν', ν'' et ν^{v}, les équations suivantes :

$$(a)\qquad 14'',3\ \nu+25'',5\ \nu'+27'',7\ \nu''+1'',7\ =0,$$

$$(b)\qquad 7'',8\ \nu+\ 9'',2\ \nu'+15'',3\ \nu''+3'',7\ =0,$$

$$(c)\qquad -\ 0'',53\nu+24'',6\ \nu'+32'',8\ \nu''-1'',86=0,$$

$$(d)\qquad -\ 1'',24\nu+40'',4\ \nu'+54'',0\ \nu''-3'',28=0,$$

$$(f)\qquad +\ 0'',53\nu+28'',88\nu'+\ 0'',83\nu''+1'',81=0.$$

» Les quatre premières de ces équations sont extraites des *Annales de l'Observatoire,* Tome VI, théorie de Vénus, et la cinquième du Tome IV, théorie du Soleil.

» L'équation (a) provient des observations méridiennes de Vénus, faites par Bradley, de 1751 à 1761; l'équation (b), des observations méridiennes de Vénus, faites de 1766 à 1830.

» L'équation (c) a été fournie par la discussion des latitudes de Vénus, obtenues dans les passages de 1761 et 1769; l'équation (d), par la discussion des latitudes de Vénus déduites des observations méridiennes de 1756 à 1830. Ces équations (c) et (d) ne doivent pas contenir ν' et ν'' comme deux inconnues distinctes, mais la même fonction linéaire de ces deux inconnues; on voit, en effet, que, si l'on multiplie l'équation (d) par 0,6, on trouve

$$-0'',74\nu+24'',2\nu'+32'',4\nu''-1'',97=0;$$

c'est à fort peu près l'équation (c). Cela montre qu'on peut compter sur l'exactitude des termes constants 1'',86 et 3'',28 des équations (c) et (d).

» L'équation (f) est déduite des déterminations de l'obliquité de l'écliptique, faites par Bradley et Maskelyne, comparées avec les déterminations modernes. Le Verrier dit à ce sujet (t. VI, page 95) : « Le dernier » terme 1'',81 de cette équation est sujet à toute l'incertitude qui peut » subsister dans la détermination de l'obliquité de l'écliptique au temps » de Bradley, et, quel que soit le soin qui ait été donné sous ce rapport » aux observations et à leur réduction, on ne saurait répondre d'une » *seconde* d'erreur, ou même plus. »

» Dans le Mémoire cité plus haut (*Comptes rendus,* t. LXXV), on trouve, comme équation unique résultant des observations méridiennes de Vénus de 1751 à 1761 et de 1766 à 1830, la condition suivante :

$$18'',2\nu+30'',1\nu'+35'',35\nu''+3'',55=0.$$

» On s'assurera aisément que cette équation a été obtenue en formant

$(a) + \frac{(b)}{2}$; on vérifiera aussi facilement que l'équation (B) du même Mémoire a été obtenue en multipliant l'équation (d) par $\frac{2,00}{3,28}$, de manière à réduire le terme tout connu à $2'',00$.

» Arrivons à la discussion de nos cinq équations : l'examen des coefficients des inconnues, dans ces équations, montre que ν sera donné par les deux premières, ν' par la dernière, et, enfin, ν'' par la troisième et la quatrième.

» Si l'on tire ν de (a) pour le reporter dans (b), on trouve

$$-4'',7\nu' + 0'',2\nu'' + 2'',8 = 0.$$

Cette équation est sensiblement indépendante de ν'', et elle donnerait une valeur de ν' qui serait en contradiction absolue avec la valeur tirée de (f); cela montre que le terme $+1'',7$ de l'équation (a) est affecté d'une erreur assez forte, ou bien le terme $+3'',7$ de l'équation (b). Dès lors, nous allons donner deux solutions du système : dans la première, on laissera de côté l'équation (a); dans la seconde, l'équation (b). Dans le second membre de (f), nous remplacerons o par ε; ε sera l'erreur provenant de la différence entre l'obliquité de l'écliptique, déterminée par Bradley, et celle déterminée par les observations modernes.

» *Première solution.* — On tire ν de (b), ν' de (f), et l'on reporte dans (c) et (d); on trouve ainsi

$$(3)\qquad \begin{cases} \nu = -0,58 + 0,01\,\varepsilon, \\ \nu' = -0,055 + 0,035\,\varepsilon, \\ \nu'' = +0,089 - 0,026\,\varepsilon. \end{cases}$$

[Quand on a eu éliminé ν, à l'aide de (b), on a trouvé, au moyen de (c) et (d), les deux équations suivantes :

$$+25'',2\nu' + 33'',8\nu'' - 1'',62 = 0,$$
$$+41'',9\nu' + 56'',4\nu'' - 2'',70 = 0;$$

or, en multipliant la seconde par 0,6, on trouve exactement la première; on n'a donc gardé que la seconde.]

» En portant les valeurs (3) dans (2) et (1), on trouve ensuite

$$(4)\qquad \begin{cases} m'' = 0,0000003068\left(1 - \frac{1}{40}\varepsilon\right), \\ \pi = 8'',85\left(1 - \frac{\varepsilon}{120}\right). \end{cases}$$

Si l'on suppose $\varepsilon = \pm 1$ ($\pm 1''$, car ε est supposé exprimé en secondes), on voit qu'il en résultera, sur la parallaxe solaire, une erreur de sa cent-vingtième partie, soit $\pm 0'',07$; d'après ce qui a été dit plus haut, la supposition de $\varepsilon = \pm 1''$ n'a rien d'exagéré; la valeur $\pi = 8'',85$, obtenue en faisant $\varepsilon = 0$, peut donc parfaitement être en erreur de $\pm 0'',07$, ou même un peu plus.

» *Seconde solution.* — Nous tirons ν de (a); nous le reportons dans (c) et (d), qui donnent respectivement

$$(5)\qquad +25'',5\nu' + 33'',8\nu'' - 1'',80 = 0,$$

$$(6)\qquad +42'',6\nu' + 56'',4\nu'' - 3'',13 = 0.$$

» En multipliant (6) par 0,6, on trouve

$$(7)\qquad +25'',6\nu' + 33'',8\nu'' - 1'',88 = 0.$$

Cette équation diffère très peu de (5); on a pris la moyenne de (5) et (7) et on l'a combinée avec l'équation (f); on a obtenu ainsi

$$(8)\qquad \begin{cases} \nu = -0,21 - 0,01\ \varepsilon, \\ \nu' = -0,062 + 0,037\varepsilon, \\ \nu'' = +0,101 - 0,027\varepsilon. \end{cases}$$

On aura ensuite

$$m'' = 0,0000003102\left(1 - \frac{1}{40}\varepsilon\right),$$

$$\pi = 8'',88\left(1 - \frac{\varepsilon}{120}\right).$$

» La valeur de la parallaxe est, dans cette seconde solution, supérieure de $0'',03$ à celle fournie par la première. En admettant de même que ε soit compris entre $-1''$ et $+1''$, elle pourra différer de $8'',88$ de $0'',07$ en plus ou en moins.

» *Comparaison des deux solutions.* — Il s'agit maintenant de voir s'il y a des raisons de préférer l'une des solutions à l'autre; cela présente quelque intérêt au point de vue de la parallaxe, mais surtout au point de vue de la détermination de la masse de Mercure, car la première solution nous donne

$$\nu = -0,58, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{1}{7100000},$$

et la seconde

$$\nu = -0,21, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{1}{3800000}.$$

» La masse de Mercure sera donc bien différente dans les deux cas; or la cause de la différence entre les deux solutions est que, dans la première, on a utilisé les observations méridiennes de Vénus, faites de 1766 à 1830, et dans la seconde les observations de Bradley, de 1751 à 1761. Comparons donc ces deux groupes d'observations.

» De 1766 à 1830, les divers astronomes qui ont observé Vénus ont observé les passages de l'un des bords de la planète; Bradley, au contraire, observait directement le centre; il y a là une cause d'erreur systématique considérable, et qui peut fort bien ne pas rester la même de part et d'autre de la conjonction inférieure; l'erreur doit changer en outre avec la distance angulaire de la planète au Soleil. Dans sa théorie de Vénus, Le Verrier se montre, à diverses reprises, très préoccupé de cette cause systématique d'erreur, qu'il a même essayé de déterminer; voilà donc une raison de préférer notre première solution à la seconde.

» Nous allons en trouver une seconde dans un ordre d'idées entièrement différent. Mercure cause des perturbations sensibles dans le mouvement de la comète d'Encke, car cette comète passe quelquefois très près de Mercure. Voici les trois valeurs de la plus courte distance Δ des deux astres, de 1819 à l'époque actuelle :

1835. Août 23, 5................	$\Delta = 0,120$
1848. Novembre 22, 6............	$\Delta = 0,039$
1858. Octobre 25, 1..............	$\Delta = 0,095$

Or, une étude très complète du mouvement de la comète d'Encke, de 1819 à 1875, a été faite récemment par Asten (t. XXVI des *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*). Asten a repris les calculs d'Encke, sur les apparitions comprises entre 1819 et 1848, et les a étendus jusqu'à l'apparition de 1875. La masse de Mercure figurait comme inconnue dans ses calculs. Voici le résultat auquel il a été conduit :

$$m = \frac{1}{7636440 \pm 195.907}.$$

Il pense que cette détermination est douée d'une grande exactitude, en raison des trois grandes approximations de Mercure et de la comète, dont nous avons parlé plus haut.

» On voit que l'étude des perturbations de Vénus, faite à l'aide des observations méridiennes de 1766 à 1830, conduit à très peu près à la même valeur de la masse de Mercure que l'étude des perturbations exercées par Mercure sur la comète d'Encke entre 1819 et 1875. En admettant unique-

ment les observations de Bradley, on trouve la masse beaucoup plus forte, $\frac{1}{3800000}$, qu'Asten déclare inconciliable avec les observations de la comète.

» Nous trouverons enfin une autre confirmation de notre manière de voir, dans l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1639. Ce passage a été observé le 4 décembre par Horroxius, près de Liverpool; la relation détaillée de l'observation a été imprimée pour la première fois dans les *Lettres d'Hévélius;* cette observation a été discutée plus tard par Encke dans l'Ouvrage intitulé *Die Entfernung der Sonne von der Erde, aus dem Venusdurgange von* 1761. Le Verrier, en partant de la discussion d'Encke, a été conduit à l'équation suivante (t. VI, p. 73):

$$-27'',39\nu - 46'',33\nu' - 51'',59\nu'' - 18'',02 = 0.$$

Il a pensé que le dernier terme de cette équation ne doit pas être en erreur de plus de 6″ ou 7″. Voyons comment cette équation est satisfaite dans nos deux systèmes; on trouve, pour le premier membre:

Premier système..................	$-\ 4'',2$
Second système..................	$-14'',6$

La représentation est donc beaucoup plus satisfaisante dans le premier cas que dans le second.

» Nous inclinerions donc à admettre que l'étude des perturbations de Vénus conduit aux résultats suivants :

$$\nu = -0,58, \quad \text{d'où} \quad m = \frac{1}{7100000},$$
$$\nu' = -0,055 + 0,035\varepsilon,$$
$$\nu'' = +0,089 - 0,026\varepsilon,$$
$$\pi = 8'',85\left(1 - \frac{\varepsilon}{120}\right).$$

Si l'on admettait que ε soit compris entre -1 et $+1$, on en déduirait

$$0,00000226 < m' < 0,00000244,$$
$$0,00000299 < m'' < 0,00000315,$$
$$8'',78 < \pi < 8'',92.$$

Pour $\varepsilon = 0$, on aurait

$$m' = 0,00000235,$$
$$m'' = 0,00000307,$$
$$\pi = 8'',85\ (^1).$$

(1) Il serait désirable de pouvoir combiner convenablement les deux solutions; mais, pour

» Passons maintenant à la théorie de Mars.

» Le Verrier a discuté les observations méridiennes de Mars, faites à Greenwich ou à Paris de 1751 à 1858, et il en a conclu que le mouvement séculaire réel du périhélie de Mars est plus grand de 24″ que celui fourni par la théorie, avec les valeurs provisoires des masses déduites des équations (1), en y supposant ν, ν', ν'' et ν^{IV} nuls. Si l'on veut obtenir ce changement, *uniquement* par des corrections convenables des masses, on aura à vérifier l'équation suivante (t. VI, p. 286) :

$$(9) \qquad 0'',0014\nu + 0'',0466\nu' + 0'',1636\nu'' + 1'',306\nu^{\text{IV}} = 0'',0235.$$

En portant dans cette équation les valeurs de ν et ν', fournies par les équations (3), on trouve

$$(10) \qquad 0'',1636\nu'' + 1'',306\nu^{\text{IV}} = 0'',0269 - 0''',0016\varepsilon.$$

» Voyons quelles peuvent être les limites de ν^{IV}. La valeur admise pou m^{IV} était

$$0,000952381 = \frac{1}{1050};$$

la valeur la mieux déterminée pour la masse de Jupiter paraît encore être celle de Bessel,

$$m^{\text{IV}} = \frac{1}{1047,88};$$

on en conclut

$$\nu^{\text{IV}} = +0,0020,$$

et l'équation (10) devient

$$0'',1636\nu'' = 0'',0243 - 0'',0016\varepsilon.$$

On en conclurait, en négligeant ε,

$$\nu'' = +0,148,$$
$$m'' = 0,00000323,$$
$$\pi = 9'',00.$$

» Cette valeur est notablement supérieure à la valeur 8″,85 trouvée précédemment en partant de la théorie de Vénus; mais tout dépend ici de l'exactitude du second membre 0″,0235 de l'équation (9); ce nombre est à fort peu près la valeur de l'inconnue représentée dans les *Annales* par $e\pi'$, et, en se reportant aux équations du Tome VI, pages 281 et 282, on voit que cette constante pourrait varier de 0″,005 sans que les résidus fussent

---

cela, il faudrait reprendre la discussion des observations de Bradley, chercher à fixer son équation personnelle et donner ensuite des poids convenables à ses observations.

modifiés d'une manière notable. Si l'on supposait cette constante diminuée de 0'',005, on trouverait, par la théorie de Mars,

$$\pi = 8'',92.$$

» Il paraît donc impossible d'arriver à une conclusion nette, en partant des observations méridiennes de Mars, faites pendant tout un siècle, avant de s'être rendu compte du degré de précision de la constante 0'',0235.

» Enfin, la présence des petites planètes pourrait aussi contribuer à modifier un peu les résultats.

» Dans sa théorie de Mars, Le Verrier avait laissé de côté l'observation de l'approximation de Mars à ψ^2 du Verseau, faite en 1672, par Richer à Cayenne, par Picard à Brion en Anjou et par Cassini à Paris; il s'était servi uniquement des observations méridiennes. En 1872, au contraire, dans le Mémoire déjà cité (*Comptes rendus*, t. LXXV), il n'a pas fait usage des observations méridiennes et a employé exclusivement l'observation de 1672 pour trouver m'', et par suite π, et c'est cette dernière observation qui lui avait donné $\pi = 8'',87$. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Faye, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par MM. **Tisserand** et **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1880.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. ☄ — ✱.	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ✱.	Déclinaison. Log. fact. par.
Sept. 13...	*a*	8	$-0^m.12^s,96$	$+\bar{1},288$	$+2'.39'',1$	+0,771
24...	*b*	8,5	−0. 7,43	$-\bar{1},024$	−4.31,1	+0,777
26...	*c*	10,5	+1.43,57	$-\bar{1},055$	−7.56,4	+0,782
27...	*d*	8,5	−0.44,16	$+\bar{1},223$	+6. 6,5	+0,787
29...	*e*	9	−0. 4,44	$+\bar{2},940$	−1.21,4	+0,786
30...	*f*	9	+0. 6,03	$-\bar{2},000$	+4.14,2	+0,787
Oct. 1...	*g*	8	+1.51,38	$+\bar{2},326$	+6.16,4	+0,789
10...	*h*	8,5	+0.35,50	$+\bar{1},245$	−6.53,8	+0,804
11...	*i*	8	+0.55,94	$-\bar{2},543$	+9.50,9	+0,804
24...	*j*	9	−1.43,26	$+\bar{2},824$	+1.51,4	+0,820
28...	*k*	9	−0.14,13	$+\bar{1},336$	−0.12,4	+0,827
30...	*l*	9,5	−0.38,23	$+\bar{2},535$	−2. 5,7	+0,826
Nov. 3...	*m*	7	−0.32,28	$-\bar{2},882$	+2.32,3	+0,829
4...	*n*	8	−0.33,95	$+\bar{2},234$	−5.41,4	+0,829
27...	*o*	9,5	−0.10,38	$+\bar{1},263$	−10. 1,4	+0,836

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1880.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Sept. 13...	*a* 45182-3 Lalande	22.59.49,47	+4,43	+8.15. 0,6	+28,4	Lalande.
24...	*b* Anonyme	22.53.19,60	+4,44	+6.29.15,6	+29,2	
26...	*c* 1019 W. H. XXII	22.50.27,35	+4,42	+6. 9.55,4	+29,2	Weisse.
27...	*d* Arg. Z. +5° n° 5114	22.52.21,1	+4,43	+5.42.47	+29,2	Argel, zones.
29...	*e* 1031 W. H. XXII	22.50.49,19	+4,42	+5.27.38,4	+29,3	Weisse.
30...	*f* 1014 »	22.50.14,87	+4,42	+5.10.49,1	+29,3	»
Oct. 1...	*g* 975 »	22.48. 5,24	+4,41	+4.56.49,1	+29,3	»
10...	*h* 44754 Lalande	22.46.55,11	+4,36	+3.23.59,0	+29,2	Lalande.
11...	*i* 938 W. H. XXII	22.46.26,78	+4,36	+2.54.52,7	+29,2	Weisse.
24...	*j* 1024 »	22.50.34,18	+4,28	+0.48.41,0	+28,8	»
28...	*k* 1026 »	22.50.44,43	+4,25	+0.14.52,3	+28,5	»
30...	*l* Arg. Z. —0° n° 4437	22.52. 8,6	+4,23	+0. 1.29	+28,4	Argel., zones.
Nov. 3...	*m* 1112 W. H. XXII	22.54.28,82	+4,20	—0.27.29,9	+28,4	Weisse.
4...	*n* 1132 »	22.55.14,01	+4,20	—0.31.20,9	+28,2	»
27...	*o* Arg. Z. — 1° n° 4433	23.20. 0,5	+4,08	— 1.47.41	+27,1	Argel., zones.

Positions géocentriques apparentes de la comète.

Dates. 1880.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
		h m s	h m s	° ′ ″	
Septembre	13....	13.24. 0	22.59.41,11	+8.18.13,3	15 : 20
	24....	9.36.26	22.53.16,51	+6.25.19,2	10 : 10
	26....	9.20.29	22.52.15,24	+6. 2.33,7	20 : 15
	27....	12. 3.33	22.51.41,5	+5.49.28	16 : 10
	29....	11. 9.59	22.50.49,27	+5.26.51,9	15 : 15
	30....	10. 2.24	22.50.25,31	+5.15.38,2	15 : 20
Octobre	1....	10.19. 3	22.50. 1,05	+5. 3.40,4	18 : 14
	10....	11.13.50	22.47.35,13	+3.17.40,2	26 : 15
	11....	13. 2. 7	22.47.27,05	+3. 5.18,6	21 : 15
	24....	9.12.15	22.48.55,26	+0.51. 7,0	14 : 10
	28....	10.34.40	22.50.34,74	+0.15.14,3	16 : 9
	30....	8.34.22	22.51.34,6	—0. 0. 2	35 : 20
Novembre	3....	7.15.19	22.54. 0,67	—0.29.28,0	27 : 15
	4....	8.17.12	22.54.44,27	—0.36.28,4	13 : 5
	27....	8.42.59	23.19.54,4	—1.57.10	14 : 10

» Les différences ☄ — ★ sont corrigées de la réfraction.

» L'anonyme *b* a été déterminée à l'équatorial par rapport à 1102 Weisse, Hora XXII; on a obtenu ainsi :

Æ ★ an. — ★ 1102........	— $0^m 43^s,52$	6 comparaisons
Déclinaison.............	—15′ 6″,7	5 »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la possibilité de rendre les moutons réfractaires au charbon par la méthode des inoculations préventives;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« Six mois après que j'eus annoncé à l'Académie la possibilité d'atténuer le microbe du choléra des poules et de préparer un virus-vaccin pour cette affection, c'est-à-dire un virus donnant la maladie et non la mort et préservant de l'action du virus mortel, suivant la loi générale de la non-récidive des maladies virulentes, M. Toussaint, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, publia un résultat du même ordre en ce qui concerne le *charbon*.

» En inoculant des moutons, soit par du sang charbonneux défibriné filtré sur plusieurs doubles de papier, soit par ce même sang défibriné porté préalablement à 55° pendant dix minutes, les moutons, d'après M. Toussaint, peuvent ultérieurement supporter, sans périr, des inoculations de sang charbonneux.

» Ce fait d'une préservation possible du charbon par des inoculations préventives est de la plus rigoureuse exactitude, et c'est vainement que dans une autre enceinte on aura fait des tentatives pour l'infirmer.

» Toutefois, si nous sommes d'accord avec M. Toussaint sur la parfaite exactitude de sa remarquable observation, nous devons réfuter les opinions et récuser même certains faits qu'il a présentés à cette occasion, parce qu'ils sont tout à la fois contraires à la vérité et en opposition avec les résultats de mon travail sur le choléra des poules.

» Historiquement, voici comment les choses se sont passées.

» La bactéridie, suivant M. Toussaint, déposerait dans le sang des animaux où elle se multiplie une matière qui peut devenir son propre vaccin. Par la filtration à froid dans un cas, par la chaleur de 55° dans l'autre, on éloigne ou on tue la bactéridie. Dès lors, l'inoculation du sang filtré ou l'inoculation du sang chauffé introduirait dans le corps des animaux inoculés la matière vaccinale privée de bactéridies. M. Toussaint mêlait en outre arbitrairement à ces explications la croyance à une prétendue action *phlogogène* du sang charbonneux. Si l'exposition de M. Toussaint eût été fondée, la question des virus-vaccins, telle que je l'ai présentée, aurait été tout entière à reprendre. D'une part, j'ai montré que le virus-vaccin du choléra était un être vivant, un microbe, que ce microbe est morphologi-

quement le même que le virus très virulent, qu'il se cultive comme ce dernier, dont il diffère par une aptitude moindre à se propager dans le corps des animaux. Pour M. Toussaint, au contraire, le virus-vaccin de la bactéridie serait une sorte de produit soluble formé pendant la vie de cet organisme, une substance privée de vie, ne pouvant se reproduire par génération, n'ayant donc à aucun titre les caractères d'un virus animé. J'avais montré, en outre, que la partie soluble des cultures du microbe du choléra des poules était incapable de les vacciner. Sur tous les points, par conséquent, le savant professeur de Toulouse, à son insu peut-être, car il n'y fait aucune allusion, battait en brèche les vues et certaines observations que j'avais produites, ou n'en tenait aucun compte pour l'explication des résultats qu'il avait obtenus ([1]).

» Aussi, lorsque dans le Jura, où je me trouvais alors en vacances, je reçus l'annonce des assertions de M. Toussaint, j'en éprouvai une vive émotion. Bientôt, revenu de ma surprise, pesant le fort et le faible des faits qui venaient d'être publiés, je jugeai que M. Toussaint devait mal comprendre ce qu'il avait observé et qu'il avait dû commettre des erreurs de fait d'une grande importance. La préservation du charbon à l'aide d'inoculations préventives me charmait dans l'extension qu'elle apportait à la voie ouverte par la découverte du vaccin du choléra des poules; mais tout ce qui avoisinait ce fait capital dans la publication de M. Toussaint m'apparut, après réflexion, sans fondement sérieux dans l'expérience.

» Mes jeunes collaborateurs, MM. Chamberland et Roux, se trouvant alors, comme moi-même, en vacances, je leur écrivis sur-le-champ qu'il fallait abandonner toute idée de villégiature, ce qu'ils acceptèrent avec leur dévouement habituel. Des expériences furent entreprises, les unes par M. Roux à Paris, les autres par M. Chamberland et moi dans le Jura.

» Trois semaines étaient à peine écoulées que nos prévisions étaient réalisées. Nous avions acquis la conviction que, parmi les résultats de M. Toussaint, les uns manquaient d'exactitude, que les autres étaient mal interprétés, qu'enfin l'explication de l'immunité charbonneuse devait être à beaucoup d'égards calquée sur celle de la vaccination du choléra des poules. Nous avions reconnu que la bactéridie chauffée à 55°, quoiqu'elle ne puisse se cultiver à cette température, n'est pas morte ou du moins peut ne pas l'être, qu'elle vit encore, quelquefois même après trente mi-

---

([1]) Il y a eu dans le courant du mois d'août 1880 deux publications de M. Toussaint, l'une à l'Académie des Sciences le 2 août, l'autre à l'Académie de Médecine le 3 août.

nutes d'exposition à 55° sous une épaisseur assez faible du sang, qu'elle est seulement modifiée dans sa vitalité propre. Quand le chauffage à 55° tue la bactéridie, ce dont il est facile de s'assurer par un essai de culture, qui dans ce cas est stérile, l'inoculation du sang après le chauffage n'a aucune action préservatrice.

» M. Toussaint avait rencontré dans ses expériences d'inoculation de sang charbonneux chauffé de nombreux insuccès, c'est-à-dire des cas de mort par le charbon; mais, sous l'empire d'idées préconçues erronées, au lieu de conclure que ses insuccès provenaient de la bactéridie qui n'était pas morte à 55°, il supposait que des spores s'étaient formées dans le sang avant le chauffage, et que ces spores se cultivaient dans le corps des moutons et les faisaient périr charbonneux.

» M. Toussaint avait indiqué, outre l'action de la chaleur, celle de la filtration pour préparer le sang apte aux inoculations préventives : nous avons reconnu que cette dernière méthode est toujours défectueuse. De deux choses l'une, le sang filtré donne le charbon et tue, ou bien il n'agit pas et dans ce cas il ne préserve pas. Par des dilutions on ne peut obtenir un sang charbonneux vaccinal.

» En résumé, dans l'expérience de M. Toussaint, le microbe charbonneux n'est pas tué, comme il le croyait, mais seulement modifié dans sa vitalité. C'est bien, à très peu près, l'explication de la vaccination dans le choléra des poules. Néanmoins, entre les microbes-vaccins du choléra des poules et la bactéridie qui a été chauffée, on constate une différence qui dans notre sujet, et principalement lorsqu'on se place au point de vue d'une application pratique, mérite la plus grande attention. Les microbes atténués du choléra des poules, ainsi que je l'ai fait voir, peuvent se reproduire par cultures successives en conservant leurs atténuations propres. Il n'en est pas de même de la bactéridie modifiée par la chaleur de 55°. Je vais revenir sur ce point.

» Dès le 20 août dernier [1], j'annonçais la plupart de ces résultats à M. Bouley, qui les communiqua immédiatement à M. Toussaint, présent à Paris, et nous eûmes bientôt la satisfaction d'apprendre que M. Toussaint, guidé également par de nouvelles études personnelles, abandonnait complètement sa première interprétation.

---

[1] Je lis dans le *Bulletin de l'Académie de Médecine* du 8 mars 1881, page 302, que M. Toussaint aurait rectifié ses premières Notes au Congrès de Reims, le 19 août 1880. Il doit y avoir ici une erreur de date : la rectification doit dater des derniers jours d'août 1880.

» Et maintenant que la question de doctrine est réglée, ce qu'il importe le plus d'élucider est la question pratique, celle de la possibilité de créer l'immunité charbonneuse. D'après nos études, qui sont fort nombreuses, la méthode de M. Toussaint est très incertaine. Trois cas peuvent se présenter : 1° la bactéridie périt par la chaleur et, dès lors, le sang charbonneux ne saurait servir à des inoculations préventives; 2° la bactéridie ne périt pas, mais elle garde une virulence qui tue les moutons; 3° la bactéridie est modifiée; dans ce dernier cas seul, il est possible qu'elle préserve, c'est-à-dire qu'elle provoque un *charbon* qui s'arrête et n'aboutit pas à la mort de l'animal. Des expériences directes, préliminaires, permettent seules de reconnaître dans quelle condition se trouve la bactéridie après le chauffage du sang charbonneux. Réussit-on à obtenir la bactéridie dans l'état où elle peut préserver, elle ne peut être fixée par la culture, et déjà, dans le sang qui la recèle, elle se modifie souvent en quelques jours. La culture de la bactéridie, convenablement atténuée par la chaleur, redonne une bactéridie virulente, ce qui la distingue essentiellement, comme je le disais tout à l'heure, des microbes atténués du choléra des poules. Dans nos expériences même, il est arrivé qu'un sang charbonneux maintenu trente minutes à 55° et dont la bactéridie modifiée se cultivait encore a donné une culture virulente qui a tué trois moutons sur trois inoculés.

» Il résulte de tout ce qui précède que, si l'on voulait inoculer des troupeaux de moutons par le procédé artificiel de M. Toussaint, on pourrait être exposé à de grandes pertes, bien que cependant on puisse assurer que ceux des moutons qui survivraient seraient préservés d'un charbon ultérieur. En outre, la méthode suppose que l'on a à sa disposition une grande quantité de sang charbonneux, ce qui est un grave inconvénient.

» Par la Communication que j'ai eu l'honneur de lui faire tout récemment, en mon nom et au nom de MM. Chamberland et Roux, l'Académie sait aujourd'hui que la question est résolue dans son importance pratique.

» Nous venons d'y ajouter de nouveaux perfectionnements qui intéresseront vivement, je l'espère, l'Académie. Je lui demande de me permettre de les lui faire connaître tout de suite par la lecture d'une nouvelle Note, du reste fort courte. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le vaccin du charbon;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« Dans la lecture que j'ai faite à l'Académie le 28 février dernier, nous avons annoncé qu'il était facile d'obtenir le microbe charbonneux aux degrés les plus divers de virulence, depuis la virulence mortelle, c'est-à-dire qui tue, cent fois sur cent, cobayes, lapins, moutons, jusqu'à la virulence la plus inoffensive, en passant d'ailleurs par une foule d'états intermédiaires. La méthode de préparation de ces virus atténués est d'une merveilleuse simplicité, puisqu'il a suffi de cultiver la bactéridie très virulente dans du bouillon de poule à 42°-43° et d'abandonner la culture après son achèvement au contact de l'air à cette même température. Grâce à cette circonstance que la bactéridie, dans les conditions dont il s'agit, ne forme pas de spores, la virulence d'origine ne peut se fixer dans un germe, ce qui arriverait infailliblement à des températures comprises entre 30° et 40°, et au-dessous. Dès lors la bactéridie s'atténue de jour en jour, d'heure en heure, et finit par devenir si peu virulente qu'on est contraint, pour manifester en elle un reste d'action, de recourir à des cobayes d'un jour. Cette virulence si faible, si près de s'éteindre, nous a portés naturellement à multiplier les expériences afin d'arriver, s'il était possible, à des atténuations encore plus grandes. Nous y sommes parvenus en prenant pour point de départ la bactéridie la plus virulente que nous ayons eue jusqu'à présent entre les mains. C'est précisément celle dont j'ai parlé dans ma lecture du 28 février, provenant de la germination de corpuscules-germes de quatre ans de durée. Cette bactéridie a pu être maintenue sans périr plus de six semaines à 42°-43°. L'expérience a commencé le 28 janvier. Dès le 9 février, sa culture ne tuait plus les cobayes adultes. Trente et un jours après, le 28 février, une culture, faite à 35°, préparée à l'aide du flacon toujours maintenu à 42°-43°, tuait encore les très jeunes souris, mais non les cobayes, les lapins et les moutons ([1]). Le 12 mars, c'est-à-dire quarante-trois jours après le 28 janvier, une culture nouvelle ne tuait plus ni souris ni cobayes, pas même les cobayes nés depuis quelques heures seulement. Nous avons été ainsi mis en possession d'une bactéridie qu'il est impossible de faire revenir à la virulence. Si jamais ce retour était

([1]) Les souris sont plus sensibles au charbon que les cobayes.

obtenu, on peut assurer que ce serait en recourant à des espèces animales nouvelles, aujourd'hui inconnues pour être inoculables, absolument différentes de celles que nous savons être présentement aptes à contracter le charbon. En d'autres termes, nous possédons maintenant et nous avons le moyen simple de nous procurer une bactéridie issue de la bactéridie la plus virulente et qui est complètement inoffensive, tout à fait comparable à ces nombreux organismes microscopiques qui remplissent nos aliments, notre canal intestinal, la poussière que nous respirons, sans qu'ils soient pour nous des occasions de maladie ou de mort, parmi lesquels même nous allons chercher souvent des auxiliaires de nos industries.

» Que ce résultat est imprévu lorsqu'on songe que cette bactéridie inoffensive se cultive dans des milieux artificiels avec autant de facilité que la bactéridie la plus virulente et que morphologiquement elle ne peut s'en distinguer, si ce n'est par les caractères les plus fugitifs (1)!

» Les considérations et les faits suivants ne sont pas moins dignes d'intérêt.

» Dans ma lecture du 28 février, j'ai fait observer que le microbe charbonneux se distingue de celui du choléra des poules par l'absence probable, dans les cultures de ce dernier, de germes proprement dits. Toutes les cultures, en effet, du microbe du choléra des poules finissent par périr, soit qu'on les conserve au contact de l'air, soit qu'on les enferme dans des tubes clos en présence de gaz inertes, tels que l'azote et le gaz carbonique. Le microbe du charbon, au contraire, se résout dans ses cultures en corpuscules brillants, formant poussière, qui sont de véritables germes. Ce sont eux que nous avons vus se multiplier dans les terres autour des cadavres charbonneux, ensuite ramenés par les vers de terre à la surface, où ils souillent les récoltes et deviennent les agents de propagation de la terrible maladie dans les étables ou sur les terres de parcage.

» Nous arrivons ainsi à nous poser la question suivante, si digne d'être méditée quand on la considère du point de vue élevé des principes de la Philosophie naturelle : tous ces virus charbonneux atténués qui nous occupent sont-ils capables, eux aussi, de se résoudre en corpuscules-

(1) Lorsque la bactéridie est très atténuée, ses filaments sont plus courts, plus divisés. La culture moins abondante forme sur les parois des vases un dépôt uniforme, tandis que, à l'état virulent, on la voit le plus souvent en flocons cotonneux, constitués par de très longs fils. Cependant il suffit d'attendre la formation des spores et de faire de celles-ci une culture nouvelle, pour qu'elle reprenne les formes de développement de la bactéridie virulente.

germes, et, si la réponse est affirmative, quels sont les caractères de ces derniers? reviennent-ils d'emblée à la virulence des germes de la bactéridie virulente d'où on les a tirés par la méthode d'atténuation précédemment exposée? sinon, se confondent-ils avec ceux d'une bactéridie sans virulence aucune? ou bien enfin ces germes, multiples dans leur nature, fixent-ils et pour toujours les virulences de leurs bactéridies propres, ajoutant ainsi aux connaissances médicales et aux grandes lois naturelles ce principe nouveau de l'existence d'autant de germes qu'il y a de sortes de virulences dans certains virus animés?

» C'est cette dernière proposition qui est exacte. Autant de bactéridies de virulences diverses, autant de germes dont chacun est prêt à reproduire la virulence de la bactéridie dont il émane.

» Ai-je besoin d'ajouter maintenant qu'une application pratique d'une grande importance nous est offerte? Tout en réservant l'étude ultérieure des difficultés de détail que nous pourrons rencontrer dans la mise en œuvre d'une vaste prophylaxie charbonneuse, il n'en reste pas moins établi que nous avons à notre disposition non seulement des bactéridies filamenteuses pouvant servir de virus-vaccins dans l'affection charbonneuse, mais des virus-vaccins fixés dans leurs germes avec toutes leurs qualités propres, transportables, sans altération possible. »

M. **Bouley**, après avoir entendu les deux Communications de M. *Pasteur*, présente les observations suivantes :

« Je suis heureux d'avoir entendu M. Pasteur témoigner, avec l'autorité qui s'attache à sa parole, de la vérité de la découverte de M. Toussaint. Cette attestation, qui réduit à rien les dénégations dont cette découverte a été l'objet dans une autre enceinte, sera, pour le jeune expérimentateur de Toulouse, un motif de grande et légitime satisfaction.

» Maintenant, je demande à M. Pasteur la permission de lui faire observer que M. Toussaint n'a pas persisté longtemps dans sa première interprétation des faits qu'il avait observés. De lui-même il a reconnu qu'elle était erronée, et la rectification qu'il en a faite se trouve inscrite dans l'un des procès-verbaux des séances de l'*Association pour l'avancement des Sciences*, dont la dernière session se tenait à Reims, au mois d'août dernier. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les éthers formiques;* par MM. **Berthelot** et **Ogier**.

« 1. Les éthers composés formés par l'union des acides organiques et des alcools sont produits en général avec absorption de chaleur : cette relation a été mise en évidence par l'un de nous en 1865 (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 417), d'après la comparaison des chaleurs de combustion des éthers avec la somme de celles de leurs générateurs. Les éthers formiques seuls avaient paru faire exception. Les excès de la chaleur de combustion de la plupart des éthers, tirés des déterminations numériques de Favre et Silbermann, variaient de 5^{Cal} à 23^{Cal} (éther acétique) et jusqu'à 40^{Cal} (éther valérique), soit quatre centièmes environ de la chaleur de combustion elle-même.

» 2. Toutefois ces inductions sont subordonnées aux erreurs que comporte la mesure des chaleurs de combustion, erreurs que je vais essayer d'apprécier. En effet, la véritable valeur de la chaleur absorbée dans la formation de l'éther acétique est de -2^{Cal} seulement, comme il sera dit plus loin; au lieu de -23, déduit des chaleurs de combustion. On montrera également que la formation des éthers formiques, loin de faire exception, en dégageant $+14^{Cal}$ et $+26^{Cal}$, donne lieu, au contraire, comme celle des autres éthers organiques liquides, à une absorption de chaleur.

» Il paraît utile d'insister sur la grandeur des erreurs dont sont susceptibles les mesures de chaleur de combustion, même exécutées par des expérimentateurs très habiles. Dans le cas de l'éther acétique, l'erreur (21^{Cal}), supposée répartie également entre l'éther acétique (chaleur de combustion, 554) et les deux composants (531), s'élève à deux centièmes de chacun de ces chiffres. Si on l'attribuait à l'éther acétique seul, sa valeur relative serait doublée.

» Je citerai également l'alcool, dont la chaleur de combustion serait, d'après Dulong, $+317,8$; d'après Favre et Silbermann, $+330,5$; d'après Andrews, $+315,0$; chiffres qui s'écartent entre eux de près de cinq centièmes de leur valeur absolue.

» Ces erreurs sont attribuables au caractère toujours incomplet des combustions ordinaires et à la correction mal définie qui en est la conséquence; à la lenteur de ces mêmes combustions, enfin à l'impureté inévitable des composés organiques liquides.

» M. Louguinine a relevé récemment des erreurs analogues. Les mesures les plus récentes de M. Thomsen comportent des erreurs non moins considérables, erreurs que ce savant distingué a reconnues lui-même : par exemple, en réformant le chiffre qu'il avait donné d'abord pour la chaleur de combustion de l'oxyde de carbone (+ 66,8), chiffre qu'il a constaté récemment égal à + 68,3, ce qui le rend conforme à la valeur (+ 68,2) que j'avais obtenue moi-même depuis plusieurs années : c'est une erreur de près de 2,5 centièmes sur sa première détermination, faite cependant sur un corps dont la pureté ne saurait être suspectée.

» Si je rappelle ces chiffres, c'est afin de montrer avec quelle réserve on doit se servir des chaleurs de combustion pour évaluer de petites quantités, et combien peu il conviendrait de les combiner pour calculer de prétendues constantes, à l'aide d'un système d'équations du premier degré. Ce n'est que pour des corps dont la chaleur de combustion est peu considérable, ou bien pour des réactions donnant lieu à de très grands dégagements de chaleur, que les chaleurs de combustion peuvent être utilisées avec une probabilité suffisante. Les erreurs absolues, rapportées au poids moléculaire, croissent d'ailleurs proportionnellement avec ce poids lui-même. Une erreur d'un centième, par exemple, représente 3^{Cal} sur l'alcool, 7^{Cal} sur l'amylène, 14^{Cal} sur le sucre de cannes, 24^{Cal} sur l'acide stéarique, etc. Dans ces conditions, tout calcul des constantes des réactions, s'il en existe, est chimérique.

» 3. En raison de ces incertitudes, j'ai cherché et trouvé des méthodes plus directes et plus exactes, fondées sur les réactions de la voie humide, pour mesurer la chaleur dégagée dans les transformations des composés organiques et dans la formation des éthers en particulier. J'ai réussi à les former dans des conditions accessibles aux mesures calorimétriques, au moyen des chlorures acides. Quelques éthers même ont pu être décomposés à froid, immédiatement et en sens inverse par les alcalis. Ainsi ont été obtenus les chiffres suivants, dans lesquels les corps sont envisagés sous divers états, comparables entre eux : les états gazeux, liquides et dissous. Je me borne à les rappeler, les expériences ayant été décrites ailleurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 338).

» *Ether acétique* : $C^4H^4(C^4H^4O^4) = C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4 - H^2O^2$.

Tous les corps gazeux	— 5,5
Tous les corps liquides	— 2,0
Tous les corps dissous dans l'eau	— 1,8

» *Ether oxalique* $\left\{\begin{matrix} C^4H^4 \\ C^4H^4 \end{matrix}\right\} C^4H^2O^8 = 2C^4H^6O^2 + C^4H^2O^8 - 2H^2O^2$.

Tous les corps liquides................	$-1,9 \times 2$
Tous les corps dissous dans l'eau.......	$-1,75 \times 2$

» Tous ces chiffres sont négatifs, ce qui confirme la relation signalée; mais en modifiant notablement la valeur de la chaleur absorbée.

» 4. Les méthodes précédentes ne s'appliquent pas aux éthers formiques, attendu que le chlorure formique n'est pas connu. Heureusement l'équivalent de ces éthers, inférieur à celui des éthers acétiques, réduit d'autant l'importance relative des erreurs susceptibles d'être commises sur la mesure de la chaleur de combustion. Leur grande volatilité permet d'ailleurs de mesurer celle-ci par détonation, c'est-à-dire par une méthode qui l'emporte beaucoup en exactitude sur la combustion ordinaire; elle l'emporte, dis-je, parce que la transformation en eau et en acide carbonique, au lieu d'être successive et incomplète, est à la fois totale et instantanée.

» Nous avons opéré sur l'éther méthylformique et sur l'éther éthylformique, purifiés avec soin et pesés dans de petites ampoules, que l'on introduisait dans la bombe calorimétrique. Celle-ci était remplie d'oxygène, l'ampoule brisée pour vaporiser l'éther, et la détonation provoquée, d'après la méthode déjà décrite (*Comptes rendus*, t. XCI; 26 juillet 1880).

» On obtient ainsi la chaleur de combustion à volume constant; on en déduit la chaleur de combustion à pression constante, d'après les formules données par l'un de nous (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 115).

» La chaleur de formation de l'éther, depuis ses éléments, se conclut de la comparaison entre sa chaleur de combustion et celle de ses éléments (même Ouvrage, t. I, p. 79); elle se rapporte à l'état gazeux. Pour pouvoir passer à l'état liquide, nous avons mesuré la chaleur de vaporisation des éthers, ainsi que celle de l'acide formique lui-même, laquelle n'était pas connue avec une précision suffisante. Quant à l'état dissous, il se calcule d'après les chaleurs de dissolution. Voici les chiffres obtenus :

» 5. Éther méthylformique $C^2H^2(C^2H^2O^4)$. *Données numériques.* — I. *Chaleur de combustion* (par détonation : corps gazeux). Trois expériences ont fourni (moyenne prise entre le poids même de l'éther initial et son poids calculé d'après celui de l'acide carbonique final) : pour $C^2H^2(C^2H^2O^4) = 60^{gr}$: $+237,8$; $+235,2$; $+241,7$; en moyenne, $+238,2$ à volume constant; ou $+238,7$ à pression constante.

» II. *Chaleur de vaporisation* (¹). — Nous avons trouvé, d'après plusieurs expériences et la chaleur de vaporisation de l'éther étant rapportée à 60^{gr} : $+ 6^{Cal},91$.

» On déduit de là pour la chaleur de combustion de l'éther méthylformique liquide : + 231,8. Favre et Silbermann avaient trouvé + 252. La différence, qui s'élève à huit centièmes, ne saurait, je crois, s'expliquer que par l'impureté du corps mis en œuvre par ces auteurs. En effet, avec le nouveau nombre, l'anomalie de la chaleur de formation des éthers formiques, au moyen de l'acide et de l'alcool, disparaît.

» III. *Chaleur spécifique* (*liquide*). — Entre 29° et 13° : 0,516 pour l'unité de poids; soit 31,0 pour la chaleur spécifique moléculaire. Le chiffre est à peine différent de la chaleur spécifique moléculaire de l'acide acétique (30,5 entre 45° et 24° d'après Kopp; 31,3 entre 96° et 26° d'après nous-mêmes). Cela confirme cette relation connue : que les corps isomères ont sensiblement la même chaleur spécifique, quelles qu'en soient la densité et la fonction chimique; relation approchée qui s'applique également aux corps polymères pris sous le même poids. On prouve ainsi une fois de plus que les chaleurs spécifiques ne doivent pas être employées pour déterminer les poids atomiques absolus des corps liquides ou solides.

» IV. *Chaleur de dissolution.* — 1 partie d'éther méthylformique a été dissoute dans 33 parties d'eau à 15°, au sein d'un vase clos et plein d'eau. On a obtenu dans deux essais, pour 60^{gr} d'éther : $+ 1^{Cal},09$ et $+ 1^{Cal},18$; en moyenne, $+ 1^{Cal},13$.

» *Chaleur de formation.* — En admettant + 231,8, la chaleur de formation de l'éther méthylformique depuis ses éléments

$$C^4 + H^4 + O^4 = C^2H^2(C^2H^2O^4) \text{ liquide},$$

dégage : état liquide, + 94,2; gazeux, + 87,3; dissous, + 95,3.

» 6. Comparons ces chiffres avec la chaleur de formation de l'acide acétique, corps de même composition et condensation. D'après nos mesures,

(¹) L'expérience a été faite avec l'appareil décrit dans l'*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 292. On a seulement supprimé les deux toiles métalliques, destinées à protéger l'écran et la fiole; ces toiles ne sont pas nécessaires et elles augmentent notablement la correction du réchauffement. Leur suppression, jointe à l'emploi d'un écran recouvrant entièrement la surface ouverte du calorimètre, et à celui d'un agitateur vertical, soulevé par un petit moteur électromagnétique, a permis d'annuler presque entièrement cette correction : ce qui rend les expériences beaucoup plus exactes.

la formation de l'acide acétique dans l'état liquide dégage : +126,6; dans l'état gazeux, +119,4. On voit que la métamorphose de l'éther méthylformique, corps facilement résoluble en ses composants moins carbonés, dans son isomère, l'acide acétique, corps plus stable, plus dense, moins volatil, dégagerait +32,4 dans l'état liquide; +32,1 dans l'état gazeux. Ainsi une telle transformation, dans laquelle l'état de combinaison des éléments devient plus intime, serait accompagnée par un dégagement de chaleur considérable. J'ai insisté déjà plus d'une fois (¹) sur cette relation, fort générale en Mécanique chimique.

» 7. Pour calculer la chaleur mise en jeu dans la production de l'éther méthylformique, depuis l'acide et l'alcool générateur, il faut connaître la chaleur de formation de ceux-ci.

» Nous admettrons pour l'*alcool méthylique*

$$C^2 + H^4 + O^2 = C^2H^4O^2 \text{ gaz} : +53^{Cal},6; \text{ liquide} : +62^{Cal},$$

d'après la chaleur de combustion donnée par Favre et Silbermann et la chaleur de vaporisation mesurée par Regnault.

» 8. J'ai donné ailleurs pour l'*acide formique*

$$C^2 + H^2 + O^4 = C^2H^2O^4 \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +93,0.$$

Pour passer à l'acide gazeux, voici la *chaleur de vaporisation*. Deux expériences très concordantes ont fourni pour 46^{gr} : 4,77 et 4,77.

» La chaleur spécifique entre 85° et 150° a été trouvée 0,552; ce qui fait pour la chaleur moléculaire : +25,4.

» M. Kopp a donné 0,536 entre 45° et 24°, limites de températures plus basses et répondant dès lors à une chaleur spécifique un peu moindre.

» D'après cette chaleur de vaporisation, la chaleur de formation de l'acide formique gazeux, depuis les éléments,

$$C^2 + H^2 + O^4 = C^2H^2O^4 \text{gaz, dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +88,2 \text{ (}^2\text{)}.$$

(¹) Leçon professée en 1863 devant la Société chimique de Paris; *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. VI, p. 356.

(²) On tire de là :

$$C^2H^2O^4 \text{ liquide} = C^2O^2 + H^2O^2 \text{ liquide, dégage} \ldots \quad +1,7$$
$$C^2H^2O^4 \text{ gaz} = C^2O^2 + H^2O^2 \text{ gaz, absorbe} \ldots \quad -3,1$$

La transformation de l'acide formique en oxyde de carbone et en eau est donc exothermique, avec l'acide liquide, comme l'un de nous l'a démontré directement; tandis qu'elle serait endothermique avec l'acide gazeux. Au contraire, la métamorphose de l'acide formique gazeux en acide carbonique et hydrogène

$$C^2H^2O^4 \text{ gaz} = C^2O^4 + H^2, \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +5^{Cal},8;$$

ce qui est également conforme à nos expériences directes.

» 9. D'après cet ensemble de données, la production de l'éther méthylformique, depuis l'acide et l'alcool générateurs,

$$C^2H^2O^4 + C^2H^4O^2 = C^2H^2(C^2H^2O^4) + H^2O^2,$$

Tous les corps gazeux, absorbe...............	— 4,5
Tous les corps liquides, absorbe..............	— 8,2
Tous les corps dissous, absorbe..............	— 7,4

valeurs assez grandes pour autoriser à admettre que le signe de la réaction est réellement négatif. Le chiffre relatif à la formation de l'éther méthylformique gazeux diffère peu du chiffre relatif à l'éther acétique.

» 10. ÉTHER ÉTHYLFORMIQUE : $C^4H^4(C^2H^2O^4)$. — I. *Chaleur de combustion du corps gazeux* (par détonation), rapportée à 74gr.

» A volume constant : 387,5; 393,5; 381,4; 394,0; 379,0. En moyenne : + 387,1; soit + 388,0 à pression constante.

» II. *Chaleur de vaporisation.* — Trois déterminations ont donné : 7,20; 7,68; 7,40; moyenne, 7,43.

» On tire de là, pour la chaleur de combustion de l'éther liquide, + 380,6.

» Favre et Silbermann avaient donné : + 391.

» Entre les éthers méthylformique et éthylformique liquides, la différence des chaleurs de combustion est + 148,8; celle des alcools méthylique et éthylique, + 156,5; acides formique et acétique, + 130.

» III. *Chaleur spécifique.* — On a trouvé 0,510 entre 49° et 14°; 0,511 entre 53° et 14°. M. Kopp a donné 0,513 entre 39° et 20°.

» La chaleur moléculaire est 37,7.

» IV. *Chaleur de dissolution.* — A 10°, pour 74gr, 1 partie d'éther dans 40 parties d'eau : + 2,1 et + 2,1.

» V. *Chaleur de formation* :

$$C^6 + H^6 + O^4 = C^4H^4(C^2H^2O^4)$$ dégage, éther liquide : + 108,4; gazeux : + 101,0; dissous : + 110,5.

Nous admettrons pour l'alcool :

$$C^4 + H^6 + O^2 = C^4H^6O^2$$ gaz : + 60,7; liq. : + 70,5; dissous : + 73,0.

Dès lors

$$C^4H^6O^2 + C^2H^2O^4 = C^4H^4(C^2H^2O^4) + H^2O^2$$ absorbe, tous corps gazeux : — 11,1; liquides, — 13,9; dissous, — 13,5,

toutes valeurs négatives et qui surpassent les erreurs probables.

» 11. On est donc autorisé à admettre que les éthers formiques, aussi bien que l'éther acétique et les éthers oxaliques, sont formés avec absorption de chaleur, depuis l'alcool et l'acide générateurs. Cette formation, qui a lieu directement, ainsi que les équilibres qui l'accompagnent, ont été expliqués ailleurs par l'existence des hydrates et alcoolates d'acide, d'alcool et d'éther, et par l'état de dissociation de ces mêmes composés secondaires. Nous ne croyons pas utile de revenir ici sur cette théorie, nous bornant à constater d'une manière plus complète le fait lui-même de la formation endothermique des éthers des acides organiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Nouvelles Cartes de navigation, donnant à la fois la direction et la force du vent dans l'océan Indien.* Note de M. L. **Brault**, présentée par M. Mouchez.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« En 1874 et 1876, j'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie des Cartes météorologiques de l'Atlantique nord et de l'Atlantique sud. Les nouvelles Cartes que je lui soumets aujourd'hui embrassent l'océan Indien, et bientôt il me sera possible d'y joindre celles de l'océan Pacifique.

» L'océan Indien, au point de vue météorologique, se divise en deux parties distinctes : l'une, située au-dessus de l'équateur, comprenant la mer d'Oman, le golfe du Bengale et les mers de Chine; l'autre, au-dessous de l'équateur, s'étendant jusqu'au 60e degré de latitude sud, c'est-à-dire jusque là où commence l'océan Glacial antarctique.

» Chacune de ces deux parties a un régime spécial.

» *De la partie de l'océan Indien comprise au-dessus de l'équateur.* — C'est le pays des moussons par excellence; la mousson de nord-est et la mousson de sud-ouest y partagent l'année en deux semestres à peu près égaux. D'octobre à avril le vent de nord-est y souffle presque sans interruption, et d'avril en octobre les vents y soufflent sud-ouest, c'est-à-dire cap pour cap dans une direction contraire. Mes Cartes, jointes à celles des isobares moyennes, prouvent que pendant la mousson de sud-ouest règne sur l'Asie un minimum barométrique très accentué qui ne varie guère plus que le maximum qui règne aux Açores pendant la même saison. C'est vers le mois d'octobre qu'a lieu la convulsion atmosphérique. La fixité du mi-

nimum barométrique d'Asie est alors comme ébranlée; les vents de sud-ouest mollissent dans les mers de Chine, la mousson de nord-est commence à souffler, et il s'établit bientôt sur l'Asie un maximum barométrique qui, pendant tout l'hiver, restera aussi inébranlable que l'était le minimum d'été. On voit en outre comment varient, en direction et intensité, les deux moussons de sud-ouest et de nord-est, suivant qu'on les considère dans le golfe Persique, dans celui du Bengale ou dans les mers de Chine.

» On voit aussi ce qu'il faut entendre par cette expression de mousson de nord-ouest, qu'on a, je crois, improprement donnée aux vents qui soufflent en hiver de cette direction dans les parties équatoriales, surtout entre le 50e et le 90e degré de longitude est. Ces vents ont déjà été étudiés par l'amiral Fleuriot de Langle; mais leur position et leurs variations n'avaient point encore été, que je sache, nettement définies.

» Il existe encore une région bien remarquable, dont les nouvelles Cartes assignent les limites : je veux parler de cette partie de la mer située à l'est de Socotora, où la mousson de sud-ouest souffle en plein été avec une si grande intensité. Les bâtiments qui, en sortant du golfe d'Aden, entrent dans ces parages, peuvent, s'ils ne sont pas prévenus, croire à un véritable coup de vent. Il n'en est rien; c'est là l'état normal et presque inexplicable de cette région, qui occupe une superficie d'au plus 100° carrés au nord, à l'est et au sud de laquelle les vents n'ont plus que l'intensité ordinaire de la mousson de sud-ouest.

» Enfin, il est à remarquer que les calmes équatoriaux n'approchent jamais de la côte d'Afrique dans la saison d'été de notre hémisphère. Quand ils n'existent pas, ils sont remplacés par des vents de sud-sud-est, sud, sud-sud-ouest, qui servent de liaison entre les alizés de sud-est de l'hémisphère austral et la mousson de sud-ouest des côtes de l'Inde. C'est alors comme une seule et même nappe atmosphérique qui glisse sur la surface des mers sur un parcours de plus de 1000 lieues, partant de la direction sud-est des côtes ouest de l'Australie, s'infléchissant dans la direction sud en passant sur l'équateur, pour venir s'engouffrer, sous forme de mousson de sud-ouest, dans le golfe du Bengale et les mers de Chine.

» *De la partie de l'océan Indien qui se trouve au-dessous de l'équateur.* — Lorsque l'on compare les données contenues dans mes Cartes de la mer des Indes à toutes celles qui ont été publiées jusqu'ici, soit sous forme de Cartes, soit sous forme de Tableaux, aussi bien sur la température de l'air que sur la pression barométrique, et qu'on ne considère que l'état général de l'atmosphère, en faisant abstraction de ces grandes commotions atmosphé-

riques qui, par moments, viennent ravager si cruellement la Réunion, on arrive à conclure que le régime des vents, dans ce grand bassin océanique, tient le milieu entre le régime des vents de l'Atlantique nord et celui des vents du Pacifique, ou plutôt participe de l'un ou de l'autre, suivant le cas.

» Cela tient à la disposition relative des terres et des mers. Dans l'Atlantique nord, où l'océan est resserré entre l'Amérique, l'Europe et l'Asie, les vents sont presque partout sous l'influence des terres environnantes; au milieu du Pacifique, au contraire, les vents se trouvent si éloignés des continents, qu'ils sont comme à l'abri de leur influence.

» Dans la partie méridionale de la mer des Indes, où l'océan est moins resserré que dans l'Atlantique nord, mais plus resserré que dans le Pacifique sud, on retrouve le régime des vents de l'Atlantique nord ou celui du Pacifique, suivant que l'influence des continents se fait plus ou moins sentir.

» Lorsque l'influence des continents sur les vents s'accentue, ce qui a lieu surtout pendant l'été de l'hémisphère sud, c'est l'état cyclonique ou anticyclonique (pour nous servir d'une expression aujourd'hui consacrée), tel que nous le voyons d'ordinaire dans l'Atlantique nord, qui règne dans cette immense étendue d'eau contenue entre l'Australie et Madagascar. Un maximum s'établit alors sur l'océan Indien méridional analogue à celui des Açores, et les vents tournent autour de ce maximum dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

» Lorsqu'au contraire, comme en hiver, l'influence des continents diminue avec la différence de température qui existe entre la mer et la terre, c'est l'équilibre normal qui prédomine, tel qu'il existe d'ordinaire au milieu du Pacifique, et la circulation des couches inférieures de l'atmosphère s'opère alors à peu près comme l'avait dit Maury, c'est-à-dire par zones : les vents d'ouest soufflant au-dessous du 35e degré de latitude sud, séparés des alizés de sud-est par une bande de vents variables, qui, soit dit en passant, ne sont pas de folles brises, comme on le répète toujours, mais bien des brises de toute intensité.

» Ce double état de l'atmosphère dans l'océan Indien méridional prouve une fois de plus combien les météorologistes ont tort de s'en tenir à la seule considération de l'Atlantique nord de l'Europe et de l'Amérique lorsqu'il s'agit de conclure à la circulation générale de l'atmosphère à la surface du globe, question qui domine toutes les autres en Météorologie et que nous nous proposons d'aborder lorsque nous aurons étudié l'océan

Pacifique comme nous avons étudié déjà les vents des deux autres océans ([1]). »

VITICULTURE. — *Sur les opérations effectuées par l'Association syndicale de l'arrondissement de Béziers, pour combattre le Phylloxera.* Lettre de M. **L. Jaussan** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les traitements antiphylloxériques n'ont guère été entrepris dans notre arrondissement qu'en 1878. On était encore sous la fâcheuse impression de la première heure; le discrédit le plus complet pesait sur les insecticides, le remède était pire que le mal, on devait tuer la vigne.

» Néanmoins il dut se manifester quelques résultats satisfaisants, puisque, lorsque le décret du 2 août 1879 fut connu, un nombre considérable de propriétaires vint se grouper en syndicat autour de ceux qui avaient donné l'exemple. Ce mouvement fut incontestablement donné, je puis l'affirmer, par la promesse de subvention, faite par M. le Ministre de l'Agriculture.

» Que risquait-on, en effet? En admettant que la réussite ne fût pas à la hauteur des espérances conçues, ce n'était plus qu'une dépense peu onéreuse; le but à atteindre valait bien la peine de la risquer.

» Le syndicat pour la campagne 1879-80 comprenait 2120^{ha} et 144 souscripteurs répartis en 28 communes.

» Les effets obtenus furent mis dès lors à la portée d'un plus grand nombre; on put constater sur bien des points la différence qui existait entre les vignes traitées et celles qui ne l'étaient pas; l'avantage dut être en faveur des premières, puisque le syndicat formé pour la campagne 1880-81 comprend 5767^{ha} et 551 souscripteurs répartis en 53 communes.

» L'examen des listes de souscription démontre bien évidemment avec quelle intensité la lumière s'est faite.

» L'écart entre les deux années pour les contenances est bien grand, mais n'est pas, à mon avis, aussi parlant que le nombre des associés traitant surtout de petites surfaces; le Tableau ci-après vous en donnera une idée exacte.

([1]) Qu'il me soit permis de remercier ici publiquement le savant directeur de l'Institut météorologique hollandais, M. Buys-Ballot. C'est à lui que je dois, grâce à un échange d'une trentaine de mille d'observations fait entre le Service météorologique du Dépôt et le Service météorologique d'Utrecht, d'avoir pu compléter mes Cartes pour toute la partie de la mer qui avoisine les côtes ouest et sud de l'Australie.

» J'ai divisé nos syndiqués en séries représentant la petite propriété, le cultivateur, la propriété moyenne et enfin la grande propriété, mettant en regard les traitements de 1880 et de 1881, afin que vous puissiez mieux en saisir la progression.

SUBMERSION.

Détail des surfaces traitées.	Nombre de souscripteurs. 1880.	1881.	Nombre d'hectares. 1880.	1881.
De 4^{ha} et au-dessous...	7	13	16,50	33,50
De 5^{ha} à 9^{ha}.........	2	9	11	68
De 10^{ha} à 19^{ha}........	3	6	31	84
De 20^{ha} à 29^{ha}.........	5	4	139	97
De 40^{ha} et au-dessus....	2	8	135	384,40
	19	40	332,50	666,90

Détail des surfaces traitées.	SULFURE DE CARBONE. Nombre de souscripteurs. 1880.	1881.	Nombre d'hectares. 1880.	1881.	SULFOCARBONATE DE POTASSIUM. Nombre de souscripteurs. 1880.	1881.	Nombre d'hectares. 1880.	1881.
De 4^{ha} et au-dessous .	59	252	136	580,90	10	32	17	73
De 5^{ha} à 9^{ha}	18	65	120	395	2	23	12	144
De 10^{ha} à 19^{ha}	18	53	207	682	6	10	80	127
De 20^{ha} à 39^{ha}	11	36	247	975	»	9	»	267,25
De 40^{ha} et au-dessus...	9	29	585	1666	1	2	110	190
	115	435	1351	4298,90	19	76	219	801,25

» Ainsi, pour les insecticides surtout, nous avons cette année 5099^{ha} au lieu de 1570^{ha} en 1880, soit une surface trois fois environ plus considérable, tandis que le nombre de souscripteurs, qui était de 134, est aujourd'hui de 511, presque cinq fois plus grand.

» En étudiant encore ces chiffres à un autre point de vue, nous trouvons : 1° que la moyenne des surfaces traitées en 1880 a été par souscripteur de $12^{ha},40$, tandis qu'en 1881 elle n'est que de $9^{ha},90$; 2° que dans la première série, soit de 4^{ha} et au-dessous, la moyenne est de $2^{ha},30$; que dans la deuxième série, soit de 5^{ha} à 9^{ha}, la moyenne est de $6^{ha},05$; que dans la troisième série, soit de 10^{ha} à 19^{ha}, la moyenne est de $12^{ha},80$, et qu'en réunissant ces trois séries, que l'on peut considérer comme les types de la propriété moyenne et de la très petite propriété, nous nous trouvons en présence de 370 souscripteurs traitant en moyenne chacun $4^{ha},50$.

» Cela est bien significatif. Tout le monde sait que le petit propriétaire,

le cultivateur, soigne admirablement sa vigne, qu'il lui prodigue, sans compter, les façons, les fumures, mais aussi qu'il est réfractaire aux innovations. Il a le culte du passé : « C'est bon pour les riches », dit-il. Néanmoins, avec son esprit scrutateur et logique, il observe attentivement ce qui se passe autour de lui; il sourit bien un peu, mais, quand il a reconnu que là où il perdait son temps et sa peine, cette nouveauté, qu'il entendait discuter sévèrement peut-être, obtient ce qu'il n'a pu obtenir, il l'adopte sans hésiter, il en devient, on peut le dire, fanatique. Nous l'avons fait ainsi pour la pyrale; il la recherchait avec une patience sans bornes, sous les écorces, dans le raisin, sur les feuilles; aujourd'hui il ébouillante sa vigne; si elle est trop petite pour supporter les frais d'achat d'une chaudière, ils s'y mettent à plusieurs et opèrent à frais communs; quelquefois ils redoublent l'opération.

» Aujourd'hui, il ne s'est pas départi de ses habitudes; il doit avoir entrevu la vérité, car 252 cultivateurs traitent des surfaces de 4^{ha} et audessous, 193 de plus que l'an dernier.

» On a comparé l'invasion phylloxérique à la tache d'huile s'étendant graduellement du centre à la circonférence; cette comparaison, si pittoresque et si vraie, nous pouvons la revendiquer et l'appliquer aux traitements.

» En 1878, ils commencèrent sur trois points de notre arrondissement : dans la commune de Villeneuve, dans celle de Béziers et dans celle de Capestang. Ces points isolés se sont aujourd'hui rejoints tous, comme les foyers phylloxériques, et forment une immense surface où la défense est à peu près générale.

» Le Tableau suivant vous rendra ce fait bien visible.

	Nombre de souscripteurs.	
	1880.	1881.
Commune de Villeneuve	11	25
Communes contiguës de Cers, Portiragnes et Sérignan	2	14
» » de Béziers	41	71
» » de Capestang	11	101
» » de Nissan, Puisserguier et Quarante	10	89
	75	300

» 300 souscripteurs se sont groupés autour de ces trois points; les jalons d'attente posés cette année autour de ces centres d'action serviront de base aux traitements de 1882, dont l'importance sera très grande, nous

en sommes certains. Les vides existant encore se combleront, la tache d'huile aura suivi sa marche envahissante.

» Le propriétaire qui se décide à entreprendre la lutte par les insecticides fait vraiment acte de courage et de décision; on lui a tellement dit : « La lutte est impossible, tous vos efforts seront impuissants, l'argent dé» pensé le sera en pure perte, le garder est la première économie à réali» ser, » qu'il est bien excusable d'hésiter. Aussi, dès qu'il s'est résigné, est-il impatient d'être récompensé de son sacrifice, de voir se produire un résultat immédiat. Ce résultat ne se produit jamais assez vite à son gré; il espérait, à la fin de la saison, voir sa vigne splendide, tranchant par sa végétation luxuriante sur les vignes voisines et démontrant qu'il avait eu bien raison d'agir ainsi. Il n'en est rien ; elle est plus verte que les autres, mais c'est si peu de chose; il faut chercher, cela ne saute pas aux yeux. Aussi presque toujours est-il pris d'un profond découragement, et se rappelle-t-il, non sans amertume, les conseils d'économie et de prudence qui lui ont été donnés.

» A mon avis, il faut, pour entreprendre le deuxième traitement, beaucoup plus d'énergie que pour entreprendre le premier; on avait de riantes illusions, on n'en a plus; si on le fait, ce n'est que poussé par la logique et le raisonnement. J'ai éprouvé bien souvent moi-même cette lassitude et ce dégoût, en voyant, après un premier traitement, les taches primitives s'agrandir, de nouvelles se former, et pourtant j'avais la foi.

» Aussi mon sentiment est que c'est sur la seconde année de traitement que doit se concentrer toute la force d'action dont vous pouvez disposer. A la fin de la saison, l'amélioration sera assez sensible pour que l'hésitation ne soit plus permise.

» Dans l'état actuel des connaissances sur le Phylloxera, et des moyens de le combattre avec succès, il est une idée qui a bien fait son chemin, qui rendra la solution plus facile et la tâche plus aisée : c'est la conviction que pour conserver les vignes phylloxérées il faut les traiter au moment le plus rapproché de l'invasion.

» On commence à être convaincu que, avant que le mal soit apparent, il existe depuis plusieurs années : il faudrait donc agir comme pour l'oïdium alors qu'il est encore à l'état latent. Bien qu'on n'aperçoive pas encore l'insecte, il y est pourtant; aussi voyons-nous des vignes en traitement aujourd'hui qui n'avaient témoigné l'année dernière qu'un peu de jaunissement; des vignes très grandes traitées sur toute leur étendue, quoique n'ayant

qu'une tache apparente de quelques souches, d'autres enfin, traitées bien que paraissant indemnes, mais suspectes à cause de leur voisinage contaminé.

» Le jour où cette idée aura bien pénétré dans l'esprit des propriétaires, la conservation des vignes sera assurée; tous les efforts doivent donc y tendre, et ma conviction est qu'on y parviendra sûrement en insistant avec force sur les encouragements à donner pendant la première et la seconde année.

» L'État, ému des pertes occasionnées au Trésor, à la prospérité publique par la destruction d'une grande partie du vignoble français, cherche à sauver ce qui a échappé au fléau, mais qui, fatalement, devait succomber à bref délai sous ses étreintes; vous vous êtes mis à l'œuvre, et de vos travaux, de vos informations, il en est résulté pour vous la conviction que l'on pourrait conserver les vignes encore indemnes ou à un degré d'invasion peu avancé par la submersion, le sulfure de carbone, le sulfocarbonate de potassium. Mais un obstacle insurmontable s'opposait à l'emploi des insecticides : les expériences antérieures, faites à une époque où ils n'étaient pas suffisamment connus, où les conditions dans lesquelles ils doivent être employés n'étaient pas bien déterminées, avaient eu des effets négatifs et désastreux; l'insecte avait été tué il est vrai, mais la vigne avait été foudroyée aussi.

» Des études aussi remarquables que suivies démontrèrent de la façon la plus évidente qu'il pouvait en être autrement, que l'on pouvait détruire l'insecte sans occasionner aucun dommage à la vigne.

» Vous avez été si convaincu que c'était le vrai moyen, que, dans le cas où la résistance était plus grande encore, vous n'avez pas hésité à conseiller les traitements administratifs exécutés entièrement aux frais de l'État, et qui coûtaient 400^{fr} par hectare.

» Si, par son initiative, par son aide, nos vignes sont sauvées, le vin que nous produisons remplira les caisses du Trésor et deviendra une des ressources les plus précieuses du budget. Tout d'abord cet encouragement qu'il nous accorde est immédiatement rendu par le fait seul de l'exécution du traitement insecticide. Cette somme ne fait que passer de nos mains dans celles de l'ouvrier agricole, et, si nous suivons le vin depuis sa production jusqu'au consommateur, nous arrivons à des chiffres vraiment merveilleux et surtout vrais. Les considérations suivantes pourront en donner un aperçu.

» Admettons une production de 80^{hlit} à l'hectare.

	1^hlit de vin paye		
	au Trésor.	aux communes.	à divers.
Droit fixe, $1^{\text{fr}},00$; Taxe unique, $3^{\text{fr}},90$ } $4^{\text{fr}},90$	392^{fr}	»	»
Droit d'octroi à l'entrée des villes, 2^{fr}.......	»	160^{fr}	
Chemin de fer, $0^{\text{fr}},01$ par kilomètre parcouru, distance moyenne parcourue, 350^{km}, $3^{\text{fr}},50$.	»	»	280^{fr}
Frais de main-d'œuvre du traitement, 80^{fr} par hectare..............................	»	»	80
	392^{fr}	160^{fr}	360^{fr}

» Ensemble 912^{fr} par hectare, et pour le syndicat de l'arrondissement de Béziers, qui comprend 5765 hectares, la somme de 5257680^{fr}.

» Si nos vignes périssaient, qu'est-ce qui remplacerait ces 5 millions? qu'est-ce qui remplacerait ceux que donneront les départements de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, qui suivent avec anxiété ce qui se passe chez nous pour, au premier signal, utiliser notre expérience?

» Et si l'on veut considérer un peu le mouvement de capitaux amené par tout ce qui se rattache aux industries diverses dépendant de la vigne et de son produit, on reste étonné des désastres que peut amener sa destruction.

» La classe si intéressante, si laborieuse des ouvriers agricoles y perd non seulement son aisance, mais son gagne-pain. La culture de 1 hectare en champ peut être évaluée à 300^{fr}; celle de 1 hectare en vigne, indépendamment du traitement insecticide, coûte 800^{fr} : différence, 500^{fr}, soit pour notre syndicat, 2882500^{fr}. Que de vides, que de misères amènerait cet état de choses! »

M. Chase adresse une Note relative à l'« Astronomie cinétique ».

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

Un Anonyme adresse une Note relative au choléra, avec la devise « *Non licet omnibus adire Lutœtiam* ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

MM. Lister, Ader, Gosselet, Pamard, Jacquelain, Charcot, de Vicq, Chèvremont, Lamy, Joly, Falsan, Grandidier, Halphen, Jullien, Gréhant, Birckel, Dupuis, Vinot, Vayssière, Segond, Peyraud, Stone adressent leurs remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le second Volume de la deuxième édition du « Traité de Mécanique » de M. *Ed. Collignon;*

2° Un Mémoire de M. *A. Genocchi* sur l'interpolation (*Sopra una proprieta delle funzioni interpolari*);

3° Un Opuscule de M. *Lunier,* intitulé « Des épileptiques; des moyens de traitement et d'assistance qui leur sont applicables »;

4° Un Opuscule de M. *V. Fatio,* intitulé « La guerre aux parasites en champ clos, par l'acide sulfureux »;

5° Un Rapport de M. *Eug. Marchand,* portant pour titre « Les champs d'expériences de la Société centrale d'Agriculture; résultats obtenus en 1880 »;

6° Une Brochure de M. *L. Pagel,* intitulée « Toute la vérité sur le point et sur le chronomètre ». (Cette brochure sera renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Pâris, Mouchez, Resal.)

M. L. Pagel prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Géométrie.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Boussingault présente à l'Académie, au nom de M. *Bezançon,* le Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité, publié par ordre de M. Andrieux, député, préfet de police.

« Dans cet Ouvrage, l'auteur analyse deux mille sept cent soixante et onze Rapports spéciaux sur les maladies professionnelles, épidémiques ou contagieuses; sur les conditions d'autorisation imposées par l'Administration

aux établissements considérés comme insalubres, incommodes ou dangereux; en un mot, le Rapport rédigé par M. Bezançon est un résumé remarquable par sa lucidité, dans lequel on trouve les renseignements les plus importants sur la statistique médicale et industrielle de la ville de Paris. »

(Renvoi au Concours de Statistique.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur la surface à seize points singuliers et les fonctions* Θ *à deux variables.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans différents Mémoires insérés au Tome 83 du *Journal de M. Borchardt*, M. Cayley a signalé les rapports que présente la théorie de la surface de M. Kummer avec celle des fonctions à quatre périodes. Depuis, M. Borchardt et M. Weber sont revenus sur ce sujet, et dans de beaux travaux ils ont complété les propositions que M. Cayley avait obtenues.

» Antérieurement, M. Klein avait indiqué (¹) des relations de même nature, et il avait montré que les coordonnées d'un point quelconque de la surface à seize points singuliers peuvent s'exprimer en fonction rationnelle et homogène de six radicaux, tels que le suivant, $\sqrt{(a_k-\rho)(a_k-\rho_1)}$, ou, ce qui est la même chose, de six fonctions Θ doubles à caractéristique impaire.

» Je me suis proposé d'approfondir la méthode proposée par M. Klein et de la comparer à celles qui sont dues particulièrement à M. Cayley et à M. Weber. Les résultats auxquels je suis parvenu me paraissent dignes d'intérêt; je vais les résumer rapidement.

» Considérons le système de coordonnées proposé par M. Klein et dans lequel une droite se détermine par six coordonnées homogènes, x_k, entre lesquelles on a la relation

$$\sum_1^6 x_k^2 = 0.$$

» On sait que, dans ce système, les droites s'associent par groupes de trente-deux que l'on obtient en changeant de toutes les manières possibles les signes d'une ou de plusieurs coordonnées. Les relations entre ces trente-deux droites ont été étudiées par M. Klein et plus récemment par M. Stephanos. On peut les résumer en disant que les trente-deux droites sont les polaires réciproques les unes des autres par rapport aux dix surfaces

(¹) *Mathematische Annalen*, t. V, 302.

du second degré représentées par les *équations complexes*

$$x_k^2 + x_h^2 + x_l^2 = 0,$$

où k, h, l sont différents. Si l'on prend pour tétraèdre de référence l'un quelconque de ceux dont les arêtes opposées sont représentées par les équations

$$x_i^2 + x_k^2 = 0, \quad x_l^2 + x_h^2 = 0, \quad x_m^2 + x_n^2 = 0,$$

où tous les indices sont différents et qui sont au nombre de 15, les équations ponctuelles de ces quadriques s'obtiendront en égalant à zéro les dix fonctions

$$x^2 + y^2 + z^2 + t^2,$$

$$(\mathrm{A}) \left\{ \begin{array}{ccc} x^2 + t^2 - y^2 - z^2, & 2xy - 2zt, & 2xz + 2yt, \\ 2xy + 2zt, & y^2 + t^2 - x^2 - z^2, & 2yz - 2xt, \\ 2xz - 2yt, & 2yz + 2xt, & z^2 + t^2 - x^2 - y^2. \end{array} \right.$$

» On reconnaît dans ces expressions les numérateurs et le dénominateur commun des coefficients d'une substitution orthogonale à trois variables. Deux quelconques des dix surfaces se coupent suivant quatre droites. Chacune d'elles est à elle-même sa propre polaire réciproque par rapport aux neuf autres, etc. ([1]).

» Cela posé, considérons tous les complexes du second ordre représentés par l'équation

$$\sum_1^6 \frac{x_k^2}{a_k - \lambda} = 0.$$

M. Klein a montré qu'ils auront tous, quel que soit λ, pour surface des singularités la même surface de Kummer. Si l'on pose

$$f(u) = (u - a_1) \dots (u - a_6),$$

$$x_k = \frac{(a_k - \sigma)\sqrt{(a_k - \rho)(a_k - \rho_1)}}{\sqrt{f'(a_k)}} = \frac{a_k - \sigma}{\sqrt{f'(a_k)}} y_k,$$

les coordonnées x_k représenteront, quand on y fera varier σ, les tangentes en un point déterminé de la surface de Kummer; les coordonnées de ce point seront, par conséquent, des fonctions rationnelles et homogènes des six quantités y_k. Les équations $\rho = \text{const.}$, $\rho_1 = \text{const.}$ représentent, d'après les

---

([1]) Stephanos, *Sur les systèmes desmiques de trois tétraèdres* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, t. III, 2e série, p. 424-456).

belles recherches de MM. Klein et Lie, les lignes asymptotiques de la surface. Quant aux quantités y_k, on peut les remplacer par les six fonctions Θ doubles à caractéristique impaire qui leur sont proportionnelles. Les coordonnées d'un point de la surface s'expriment donc rationnellement au moyen de ces six fonctions; c'est là le fait important mis en lumière par M. Klein et qui est analogue à la proposition que j'avais déjà fait connaître dans cet ordre de recherches, relativement à la surface générale du troisième ordre.

» M. Klein s'est borné aux indications qui précèdent; il restait à obtenir d'une manière effective les expressions des coordonnées. C'est en effectuant cette recherche que j'ai obtenu le résultat suivant, qui vient compléter la méthode précédente : *Pour obtenir les expressions des coordonnées, il suffira d'égaler les dix fonctions* (A) *aux dix fonctions* Θ *à caractéristique paire, prises dans un ordre convenable et multipliées par des constantes.* Une fois les fonctions (A) connues, on peut obtenir de bien des manières les rapports de x, y, z, t; le problème que je m'étais proposé est donc résolu.

» Dans la représentation de M. Cayley, les courbes $\rho = \text{const.}$, $\rho_1 = \text{const.}$ sont des sections planes dont les plans passent par un des points singuliers et y enveloppent le cône des tangentes en ce point. On peut *obtenir seize représentations de ce genre.* On les déduira de la précédente par la bissection des fonctions hyperelliptiques.

» Après avoir donné une idée nécessairement un peu incomplète de la méthode que j'ai suivie, je ferai connaître, en terminant, quelques-uns des résultats auxquels elle m'a conduit.

» Il existe trente systèmes de quadriques admettant pour enveloppe la surface de Kummer. Les surfaces de chacun de ces systèmes passent par huit points singuliers et sont tangentes à huit plans singuliers. A chacun des systèmes correspondent quatre équations irrationnelles de la surface, ce qui donne en tout les cent vingt équations irrationnelles de M. Weber. A chacun des systèmes précédents on peut en *associer* un autre qui est formé de surfaces ne passant pas par les points singuliers communs aux surfaces du premier système (¹).

(¹) Ce mode d'association des systèmes a déjà été signalé, pour ce qui concerne les droites d'un système de rayons rectilignes du second degré et de seconde classe, par M. Caporali, dans un travail sur les complexes du second degré, inséré dans les *Atti* de l'Académie royale des Lincei de 1878.

» *Deux surfaces appartenant à des systèmes associés se coupent suivant quatre droites. Les surfaces de deux systèmes associés tangentes en un même point* M *de la surface lui sont inscrites suivant des courbes dont les tangentes en* M *sont des tangentes conjuguées.* On peut ainsi obtenir en chaque point quinze systèmes de droites conjuguées, ce qui est plus que suffisant pour la détermination de l'indicatrice.

» Laissant de côté d'autres résultats, j'appliquerai la proposition précédente à la surface des ondes.

» Considérons un point M de la surface et trois quadriques quelconques passant par les quatre points singuliers à l'infini et les quatre points singuliers du plan des yz. Les plans polaires du point M par rapport à ces trois surfaces se coupent en un point P'_x. De même, prenons trois quadriques quelconques passant par les huit points singuliers situés dans les plans des yx et des zx. Les plans polaires de M par rapport à ces trois surfaces se coupent en un point P''_x. Cela posé, le plan $MP'_xP''_x$, qui peut se construire, on le voit, avec la règle, est le plan tangent en M et les droites MP'_x, MP''_x sont conjuguées. On aura de même deux autres systèmes de tangentes conjuguées réelles.

» Comme la surface de Kummer, la surface des ondes est à elle-même sa propre polaire réciproque par rapport à dix surfaces du second degré. Ce sont les quatre surfaces à centre signalées par Plücker et six paraboloïdes qui passent au centre de la surface et y sont tangents par couples de deux à l'un des plans principaux de la surface. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le déterminant fonctionnel d'un nombre quelconque de formes binaires.* Note de M. C. LE PAIGE, présentée par M. Hermite.

« Voici la démonstration de deux formules de réduction très générales, concernant des déterminants fonctionnels de plusieurs formes algébriques, et dont un cas très particulier seulement, relatif à deux formes, a été signalé par Clebsch.

» Pour simplifier les écritures, considérons, par exemple, les trois formes

$$f = a_x^6 = (a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6)(x, y), \quad \varphi = b_x^5, \quad \psi = c_x^4,$$

et formons le déterminant fonctionnel

$$C = \begin{vmatrix} \frac{d^2 f}{dx^2} & \frac{d^2 f}{dx\,dy} & \frac{d^2 f}{dy^2} \\ \frac{d^2 \varphi}{dx^2} & \frac{d^2 \varphi}{dx\,dy} & \frac{d^2 \varphi}{dy^2} \\ \frac{d^2 \psi}{dx^2} & \frac{d^2 \psi}{dx\,dy} & \frac{d^2 \psi}{dy^2} \end{vmatrix}.$$

» Par des transformations fort simples et en faisant abstraction d'un facteur numérique, ce déterminant peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} y^3 & -y^2 x & yx^2 & -x^3 \\ a_0 x^3 + 3a_1 x^2 y + 3a_2 xy^2 + a_3 y^3 & a_1 x^3 + \ldots + a_4 y^3 & a_2 x^3 + \ldots + a_5 y^3 & a_3 x^3 + \ldots + a_6 y^3 \\ b_0 x^2 + 2b_1 xy + b_2 y^2 & b_1 x^2 + \ldots + b_3 y^2 & b_2 x^2 + \ldots + b_4 y^2 & b_3 x^2 + \ldots + b_5 y^2 \\ c_0 x - c_1 y & c_1 x + c_2 y & c_2 x + c_3 y & c_3 x + c_4 y \end{vmatrix}$$

En le multipliant rangée par rangée par le déterminant

$$9C = \begin{vmatrix} x^3 & 3x^2 y & 3xy^2 & x^3 \\ a_3 x^3 + \ldots + a_6 y^3 & -3(a_2 x^3 + \ldots + a_5 y^3) & \ldots\ldots & -(a_0 x^3 + \ldots + a_3 y^3) \\ b_3 x^2 + \ldots + b_5 y^2 & -3(b_2 x^2 + \ldots + b_4 y^2) & \ldots\ldots & -(b_0 x^2 + \ldots + b_2 y^2) \\ c_3 x + c_4 y & -3(c_2 x + c_3 y) & \ldots\ldots & -(c_0 x + c_1 y) \end{vmatrix},$$

on trouve

$$9C^2 = \begin{vmatrix} 0 & f & \varphi & \psi \\ f & 0 & (ab)^3 a_x^3 b_x^2 & (ac)^3 a_x^3 c \\ \varphi & (ba)^3 b_x^2 a_x^3 & 0 & (bc)^3 b_x^2 c_x \\ \psi & (ca)^3 c_x a_x^3 & (cb)^3 c_x b_x^2 & 0 \end{vmatrix}.$$

Le second membre peut être mis aisément sous forme d'un déterminant symétrique gauche d'ordre pair.

» Par suite, on aura

$$3C = f(bc)^3 b_x^2 c_x + \varphi(ca)^3 c_x a_x^3 + \psi(ab)^3 a_x^3 b_x^2.$$

» En conséquence, on peut énoncer ce théorème général :

» *Le déterminant fonctionnel de $2k+1$ formes dont le degré est supérieur à $2k$ est une fonction linéaire de ces formes, fonction dont les coefficients sont des sommes de produits de covariants linéo-linéaires de ces mêmes formes prises deux à deux.*

» On a de même :

» *Le déterminant fonctionnel de $2k$ formes binaires dont le degré est supérieur à $2k-1$, est une fonction quadratique de ces formes, fonction dont les coefficients sont des sommes de produits de covariants linéo-linéaires des formes prises deux à deux et de covariants du second ordre des formes prises isolément.*

» Pour $k=1$, on obtient un théorème de Clebsch, exprimé par l'égalité

$$[(f,\varphi)]^2 = -\tfrac{1}{2}(\mathrm{M}f^2 - 2\mathrm{N}f\varphi + \mathrm{M}'\varphi^2). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition en facteurs primaires des fonctions uniformes ayant une ligne de points singuliers essentiels.* Note de M. É. PICARD, présentée par M. Hermite.

« On connaît le théorème si important de M. Weierstrass sur la décomposition en facteurs primaires des fonctions entières. Je me propose de traiter ici une question analogue, relative aux fonctions uniformes $G(z)$, continues pour tous les points du plan, à l'exception de ceux qui sont situés sur un cercle de rayon R ayant l'origine pour centre; la fonction pourra avoir sur ce cercle une infinité de points singuliers essentiels distribués d'une manière quelconque.

» Soit une suite de quantités

$$(\mathrm{I}) \qquad \mathrm{A}_1,\ \mathrm{A}_2,\ \ldots,\ \mathrm{A}_n,\ \ldots,$$

telles que, en posant $\mathrm{A}_n = \rho_n e^{i\alpha_n}$, ρ_n étant le module et α_n l'argument de A_n, on ait

$$|\rho_n - \mathrm{R}| \geqq |\rho_{n+1} - \mathrm{R}|,$$

où l'on désigne d'une manière générale le module de M par $|\mathrm{M}|$, et, de plus, $\lim \rho_n = \mathrm{R}$ pour n infini.

» Nous allons montrer que l'on peut former une fonction de la nature des fonctions $G(z)$, ayant pour racines tous les termes de la suite (I).

» Posons $\mathrm{B}_n = \mathrm{R}e^{i\alpha_n}$; je distinguerai trois cas :

» 1° Supposons d'abord la série dont le terme général est $|\rho_n - \mathrm{R}|$ convergente. On pourra prendre, dans ce cas,

$$G(z) = \prod_{n=1}^{n=\infty} \frac{z-\mathrm{A}_n}{z-\mathrm{B}_n}.$$

» 2° Supposons ensuite que l'on puisse trouver un entier positif m tel que la série dont le terme général est $|\rho_n - R|^m$ soit convergente; on pourra prendre, alors

$$G(z) = \prod_{n=1}^{n=\infty} \frac{z - A_n}{z - B_n} e^{f_n(z)},$$

où

$$f_n(z) = \frac{A_n - B_n}{z - B_n} + \frac{1}{2}\frac{(A_n - B_n)^2}{(z - B_n)^2} + \dots + \frac{1}{m-1}\frac{(A_n - B_n)^{m-1}}{(z - B_n)^{m-1}}.$$

» 3° Enfin, dans le cas le plus général, sans faire aucune hypothèse particulière, on pourra prendre

$$G(z) = \prod_{n=1}^{n=\infty} \frac{z - A_n}{z - B_n} e^{F_n(z)},$$

où

$$F_n(z) = \frac{A_n - B_n}{z - B_n} + \frac{1}{2}\frac{(A_n - B_n)^2}{(z - B_n)^2} + \dots + \frac{1}{n-1}\frac{(A_n - B_n)^{n-1}}{(z - B_n)^{n-1}}.$$

» Si l'on fait dans ces calculs $R = 0$, on retombe sur les formes données par M. Weierstrass.

» On voit que, dans les expressions précédentes, à une racine A_n on fait correspondre un point B_n du cercle, tel que $\lim |A_n - B_n| = 0$ pour n infini. Nous avons choisi plus haut $B_n = Re^{i\alpha_n}$; mais ce choix peut évidemment être fait d'une infinité de manières, et l'on peut, suivant lui, obtenir des résultats de formes très diverses.

» Je donnerai un exemple d'un autre choix des quantités B_n en traitant la question dans le cas où l'expression générale des racines est

$$A = \frac{b + c - (a - d)i}{a + d + (b - c)i},$$

a, b, c, d étant quatre entiers réels satisfaisant à la relation $ad - bc = 1$; on a ici $R = 1$.

» Nous prendrons

$$B = \frac{b + di}{d + bi},$$

et l'on aura

$$|A - B| = \frac{2}{\sqrt{(b^2 + d^2)(a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + 2)}}.$$

» La série multiple dont le terme général est $|A - B|^2$, a, b, c, d pouvant prendre toutes les valeurs entières possibles satisfaisant à la relation $ad - bc = 1$, est convergente : c'est ce que l'on reconnaît en considérant

comme limite supérieure de la somme une intégrale triple convenable dont la valeur reste finie quand les limites deviennent infinies. On pourra, par conséquent, poser

$$G(z) = \Pi \frac{z-A}{z-B} e^{\frac{A-B}{z-B}},$$

ce produit multiple, où a, b, c et d peuvent prendre toutes les valeurs entières satisfaisant à la relation $ad - bc = 1$, étant *absolument* convergent pour tout point z non situé sur le cercle de rayon 1.

» On voit combien cette indétermination des quantités B permettra de donner des formes diverses à la décomposition en facteurs primaires des fonctions $G(z)$ et donne à celle-ci un caractère tout autre qu'à la décomposition des fonctions entières. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles.* Note de MM. **Picard** et **Appell**, présentée par M. Hermite.

« Le théorème que M. Picard a indiqué, pour les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques ([1]), peut être étendu à certaines équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles, dont les coefficients sont des fonctions de p variables à $2p$ groupes de périodes conjuguées.

» Soient d'abord deux équations simultanées du second ordre

$$(1)\quad \begin{cases} r = a_1 s + a_2 p + a_3 q + a_4 z, \\ t = b_1 s + b_2 p + b_3 q + b_4 z, \end{cases}$$

de la forme de celles qui ont été considérées par M. Appell ([2]) et auxquelles s'appliquent les théorèmes contenus dans les §§ II et IV des deux Notes en question. Les coefficients a_i et b_i des équations (1) sont supposés être des fonctions uniformes des deux variables indépendantes x et y à quatre paires de périodes conjuguées α_i et β_i ($i = 1, 2, 3, 4$). Imaginons que l'on ait constaté que l'intégrale générale z des équations (1) est une fonction uniforme de x et y n'ayant à distance finie aucun point singulier essentiel [voir, pour la classification des points singuliers de fonctions de plusieurs variables, le Mémoire de M. Weierstrass, *Untersuchungen über*

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 128, 293.

([2]) *Ibid.*, p. 296, 731.

die 2r-fach periodischen Functionen von r. Veränderlichen (*Journal de Crelle*, t. 89)]. Pour constater ces propriétés de l'intégrale générale, on pourra, par exemple, former les deux équations différentielles linéaires du quatrième ordre à une variable indépendante auxquelles satisfait respectivement z, considéré comme fonction de x seul ou de y seul, et l'on appliquera à ces équations les méthodes de M. Fuchs.

» Cela posé, soit $F(x,y)$ une fonction intégrale des équations (1); les fonctions

$$F(x+\alpha_1, y+\beta_1),\quad F(x+\alpha_2, y+\beta_2),$$
$$F(x+\alpha_3, y+\beta_3),\quad F(x+\alpha_4, y+\beta_4)$$

sont aussi des intégrales, et l'on a

$$(2)\qquad \sum_{k=0}^{k=4} A_k F(x+k\alpha_1, y+k\beta_1)=0,$$

les A_k étant des constantes. Si, alors, on pose

$$\Phi_1(x,y)=\sum_{k=0}^{k=3}\lambda_k F(x+k\alpha_1, y+k\beta_1),$$

cette fonction $\Phi_1(x,y)$ est encore une intégrale, et l'on pourra toujours déterminer les constantes λ_k de façon que l'on ait

$$\Phi_1(x+\alpha_1, y+\beta_1)=\mu_1\Phi_1(x,y),$$

μ_1 étant un facteur constant. Prenant alors la fonction $\Phi_1(x,y)$ pour fonction intégrale, on lui appliquera, à l'égard du second couple de périodes α_2 et β_2, le raisonnement précédent, et l'on formera une intégrale $\Phi_2(x,y)$ telle que

$$\Phi_2(x+\alpha_1, y+\beta_1)=\mu_1\Phi_2(x,y),\quad \Phi_2(x+\alpha_2, y+\beta_2)=\mu_2\Phi_2(x,y).$$

On prendra alors $\Phi_2(x,y)$ pour fonction intégrale, et, en continuant de cette façon, on obtiendra finalement une fonction intégrale $\Phi(x,y)$ telle que

$$\Phi(x+\alpha_i, y+\beta_i)=\mu_i\Phi(x,y)\ (i=1,2,3,4).$$

» Imaginons, en particulier, que les périodes α_i et β_i soient les périodes normales d'intégrales abéliennes normales de première espèce relatives à

une courbe algébrique du genre 2 :

$$(3)\qquad \begin{cases} \alpha_1 = 2\pi i, & \beta_1 = 0 \\ \alpha_2 = 0, & \beta_2 = 2\pi i \\ \alpha_3 = 2a_{11}, & \beta_3 = 2a_{12} \\ \alpha_4 = 2a_{21}, & \beta_4 = 2a_{22} \end{cases} \quad (a_{12} = a_{21}),$$

et soit $\Theta(x, y)$ une des fonctions Θ de deux variables correspondantes. Si l'on fait

$$\Psi(x, y) = e^{h_1 x + h_2 y} \frac{\Theta(x + g_1, y + g_2)}{\Theta(x, y)},$$

on pourra déterminer les constantes h_1, h_2, g_1, g_2 de manière que le rapport $\frac{\Phi(x, y)}{\Psi(x, y)}$ soit une fonction uniforme de x et y possédant les couples de périodes (3) et n'ayant à distance finie aucun point singulier essentiel. Or, une pareille fonction est une fonction abélienne et peut s'exprimer à l'aide des fonctions Θ. Dans ce cas, l'intégrale $\Phi(x, y)$ peut donc être formée au moyen de fonctions Θ. On n'a plus ici, comme dans le cas des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, la ressource d'une décomposition en éléments simples pour faciliter la détermination de cette intégrale.

» Mais il est un autre cas particulier où il existe une pareille décomposition : c'est lorsque les quatre couples de périodes satisfont aux conditions $\alpha_3 = \alpha_4 = 0$, $\beta_1 = \beta_2 = 0$. Dans ce cas, les coefficients a_i et b_i des équations (1) sont des fonctions doublement périodiques de x aux périodes α_1 et α_2 et de y aux périodes β_3 et β_4, et l'expression de l'intégrale $\Phi(x, y)$ s'obtiendra à l'aide de fonctions θ d'une variable. Du reste, on pourra, dans ce cas, appliquer la méthode de M. Picard aux équations différentielles linéaires du quatrième ordre auxquelles satisfait z, considéré comme fonction d'une seule variable x ou y, car les coefficients de ces équations sont alors des fonctions uniformes doublement périodiques de cette seule variable.

» Les raisonnements et les résultats précédents s'étendent facilement à des équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles pouvant se ramener à des équations linéaires simultanées aux différentielles totales de la forme

$$dz_i = (a_{i1} z_1 + \ldots + a_{in} z_n)\, dx_1 + \ldots + (l_{i1} z_1 + \ldots + l_{in} z_n)\, dx_p,$$

où i prend successivement les valeurs $1, 2, \ldots, n$, et où les coefficients a_{ik}, b_{ik}, $\ldots$, l_{ik} sont des fonctions uniformes des p variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_p$ à $2p$ groupes de périodes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les polygones générateurs d'une relation entre plusieurs variables imaginaires.* Note de M. L. LECORNU.

« Étant donnée une relation $f(z_1, z_2, \ldots, z_n) = 0$ entre plusieurs variables imaginaires, si l'on marque sur un plan, par rapport à deux axes rectangulaires, les affixes des n variables, on obtient un polygone qu'on peut appeler *polygone générateur* de la relation donnée. Si l'on cherche à faire en sorte que le polygone se déplace sans déformation, on trouve qu'il est, en général, possible d'y parvenir d'une seule façon, par la rotation autour d'un centre instantané dont la position est donnée par

$$Z = \frac{\Sigma pz}{\Sigma p},$$

p étant la dérivée partielle de f par rapport à z.

» Si l'on cherche simplement à faire en sorte que le polygone reste semblable à lui-même, on trouve que céla est possible d'une infinité de façons, et l'on est conduit au théorème suivant :

» *En partant d'un polygone générateur quelconque, il y a lieu de considérer deux familles de courbes décrites par chaque sommet. Les unes sont les trajectoires correspondant à un mouvement de déplacement sans déformation (conservation des modules des côtés et de la différence de leurs arguments); les autres sont les trajectoires correspondant à une variation de longueur des côtés, sans changement de leur direction ni de leurs rapports (conservation des arguments et des rapports des modules). Les deux espèces de courbes sont orthogonales. Les trajectoires de chaque sommet forment un système isotherme, dont le paramètre différentiel est égal à l'inverse du rayon vecteur issu du centre instantané. Le centre instantané décrit lui-même, pendant les mêmes mouvements, un système de lignes isothermes.*

» Autour des positions pour lesquelles les n points se confondent, les trajectoires ont la forme d'anneaux infiniment petits, rencontrés à angle droit par des courbes convergentes.

» L'analogie de la formule écrite ci-dessus avec celle qui détermine le point d'application de la résultante de forces parallèles p, appliquées à des

points quelconques z, conduit à assimiler chaque dérivée partielle p à une force agissant au point z. En considérant l'équation $f = 0$ comme une liaison mécanique entre les points z, on trouve ce théorème :

» *Le polygone générateur est en équilibre sous l'action des forces p et de la liaison f. La résultante des forces p passe par le centre instantané.*

» Il est aisé de voir qu'en multipliant $f = 0$ par un facteur quelconque, différent de zéro, on peut, sans changer la position des points z, faire tourner les quantités p d'un même angle autour de ces points. Cette opération ne modifie pas la position du centre instantané, par lequel passe toujours la résultante. On retrouve ainsi, dans un cas particulier, une propriété connue des systèmes de forces appliqués à un système solide.

» Les équations de la forme $f = 0$, en vertu desquelles l'un des sommets décrit le même système de trajectoires, ont entre elles une liaison étroite. Si l'on considère, par exemple, les cas de deux variables, on peut voir que, si deux équations $f(z_1, z_2) = 0$, $f'(z_1, z'_2) = 0$ sont telles que les trajectoires de z_1 soient les mêmes, le rapport $\frac{z'_2 - z_1}{z_2 - z_1}$ est constant, ce qui veut dire que le triangle formé par les trois points z_1, z_2, z'_2 est partout semblable à lui-même. Si $\chi(z_1)$ est, en chaque point z_1, le paramètre différentiel des trajectoires de ce point, la forme générale de f est

$$(z_1 - z_2) e^{m \int \frac{dz_1}{\chi(z_1)}} = C,$$

m et C étant deux constantes arbitraires.

» En particulier, les relations pour lesquelles toutes les trajectoires de z_1 sont circulaires sont données par

$$(z_1 - z_2)\left(\frac{a + z_1}{b - z_1}\right)^m = C,$$

a et b étant deux autres constantes arbitraires.

» Lorsqu'une ou plusieurs des quantités p s'annulent, on obtient des particularités dignes d'intérêt. Nous nous bornerons à énoncer ici la propriété suivante :

» *Les polygones singuliers d'ordre inférieur au nombre des sommets moins un peuvent être distribués en groupes similaires.*

» Par polygone singulier d'ordre k, nous entendons un polygone pour lequel k quantités p s'annulent, et nous appelons *groupe similaire* l'ensemble des polygones semblables à un polygone donné. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Solution d'un problème général sur les séries.* Note de M. D. André.

« Le problème que je me suis proposé peut s'énoncer ainsi :

» *Étant donnée une série convergente*

(1) $$u_0 + u_1 x + u_2 x^2 + u_3 x^3 + \ldots,$$

ordonnée suivant les puissances ascendantes d'une variable x, on en multiplie tous les termes par les termes de mêmes rangs d'une série récurrente proprement dite

(2) $$v_0 + v_1 + v_2 + v_3 + \ldots;$$

on suppose que la série obtenue

(3) $$u_0 v_0 + u_1 v_1 x + u_2 v_2 x^2 + u_3 v_3 x^3 + \ldots$$

est convergente, et l'on demande d'exprimer la somme de cette dernière série (3) *en fonction de la somme de la série primitive* (1).

» Ce problème est très général, car, en dehors des hypothèses faites sur la convergence des séries (1) et (3), rien n'y particularise ni la série primitive (1) ni la série récurrente (2), dont les termes servent de multiplicateurs. J'ai déjà, à plusieurs reprises, étudié ce problème. Je l'ai résolu, par des moyens divers, dans trois cas particuliers [1]. Récemment, par un moyen unique et plus simple que tous ceux que j'avais auparavant employés, je suis parvenu à le résoudre dans sa pleine généralité. C'est la solution générale que j'ai obtenue que je vais exposer dans la présente Note.

» Mais, d'abord, je dois rappeler l'expression du terme général v_n de la série récurrente considérée. Si l'on désigne par r l'une quelconque des racines de l'équation génératrice de cette série récurrente et par ρ le degré de multiplicité de cette racine, ce terme général v_n est déterminé par l'égalité

$$v_n = \Sigma \xi_r(n) r^n,$$

dans laquelle le signe Σ s'étend à toutes les racines de l'équation génératrice, et où $\xi_r(n)$ représente un polynôme entier en n, correspondant à la racine r, du degré $\rho - 1$, que nous pouvons supposer donné sous cette

---

[1] *Comptes rendus*, séances des 22 avril 1878, 16 décembre 1878, 7 avril 1879.

forme

$$\xi_r(n) = P_{r,0} + P_{r,1}n + P_{r,2}n^2 + \ldots + P_{r,\rho-1}n^{\rho-1}.$$

» Cela étant, il est clair que la série (3) est la somme de plusieurs séries partielles qui correspondent respectivement aux diverses racines de l'équation génératrice. Si donc nous appelons $F(x)$ la somme de la série (3) et $\Phi_r(x)$ celle de la série partielle qui correspond à la racine r, nous avons, en étendant encore le signe Σ à toutes les racines de l'équation génératrice,

$$(4) \qquad F(x) = \Sigma\,\Phi_r(x),$$

et tout le problème est ramené à la détermination de $\Phi_r(x)$.

» Cette détermination est facile. En effet, si l'on désigne par $f(x)$ la somme de la série primitive (1), que l'on représente par $f'(x)$, $f''(x)$, $f'''(x)$, ..., les dérivées successives de la fonction $f(x)$; enfin que l'on pose

$$h!\,Q_{r,h} = \Delta^h 0^h P_{r,h} + \Delta^h 0^{h+1} P_{r,h+1} + \ldots + \Delta^h 0^{\rho-1} P_{r,\rho-1},$$

on a identiquement

$$\begin{aligned}\Phi_r(x) = {} & Q_{r,0}f(rx) + Q_{r,1}rxf'(rx) \\ & + Q_{r,2}r^2x^2f''(rx) + \ldots + Q_{r,\rho-1}r^{\rho-1}x^{\rho-1}f^{(\rho-1)}(rx).\end{aligned}$$

» Cette formule, jointe à celle (4) qui précède, nous fait connaître l'expression de $F(x)$; elle résout le problème que je m'étais proposé, et l'on voit qu'elle le résout dans toute sa généralité. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à intégrales algébriques.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Pour rechercher quelles sont les équations différentielles linéaires dont toutes les intégrales sont algébriques, il faut d'abord déterminer les groupes de substitutions linéaires qui ne se composent que d'un nombre fini de substitutions. Dans un travail inséré dans les *Mémoires de l'Académie de Naples*, M. Jordan donne une méthode générale pour résoudre ce problème, et il applique sa méthode aux équations des quatre premiers ordres. Connaissant ces groupes de substitutions linéaires en nombre fini, il faut ensuite former les équations différentielles correspondantes. M. Jordan insiste peu sur ce point. Je désirerais attirer l'attention sur quelques propriétés de ces équations.

» Bornons-nous au troisième ordre, pour fixer les idées. Envisageons

l'un des groupes découverts par M. Jordan ; supposons que ce groupe G soit composé de n opérations, qui consistent à changer respectivement x, y, z en

$$\begin{aligned}&a_i x + b_i y + c_i z,\\&a'_i x + b'_i y + c'_i z,\\&a''_i x + b''_i y + c''_i z,\end{aligned}$$

$i = 1, 2, \ldots, n$.

» Soit

$$H(\xi, \eta) = \frac{\alpha\xi + \beta\eta + \gamma}{\alpha'\xi + \beta'\eta + \gamma'}, \quad H_1(\xi, \eta) = \frac{\alpha_1\xi + \beta_1\eta + \gamma_1}{\alpha'_1\xi + \beta'_1\eta + \gamma'_1}.$$

» Soient A_i, B_i, C_i, A'_i, B'_i, C'_i, A''_i, B''_i, C''_i des quantités proportionnelles à a_i, b_i, c_i, a'_i, b'_i, c'_i, a''_i, b''_i, c''_i et telles que le déterminant

$$\begin{vmatrix} A_i & B_i & C_i \\ A'_i & B'_i & C'_i \\ A''_i & B''_i & C''_i \end{vmatrix} = 1.$$

» Soient

$$x = \sum_{i=1}^{i=n} H\left(\frac{A_i\xi + B_i\eta + C_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}, \frac{A'_i\xi + B'_i\eta + C'_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}\right),$$

$$y = \sum_{i=1}^{i=n} H_1\left(\frac{A_i\xi + B_i\eta + C_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}, \frac{A'_i\xi + B'_i\eta + C'_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}\right).$$

» Il est clair que x et y sont des fonctions rationnelles qui ne changent pas quand on change ξ et η en

$$\xi_i = \frac{A_i\xi + B_i\eta + C_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i}, \quad \eta_i = \frac{A'_i\xi + B'_i\eta + C'_i}{A''_i\xi + B''_i\eta + C''_i},$$

et que toute fonction rationnelle de ξ et de η qui ne change pas quand on change ξ et η en ξ_i et η_i sera une fonction rationnelle de x et de y.

» Si D est le déterminant fonctionnel de x et de y par rapport à ξ et à η, les trois fonctions

$$z_1 = \xi\sqrt[3]{D}, \quad z_2 = \eta\sqrt[3]{D}, \quad z_3 = \sqrt[3]{D}$$

se changeront respectivement en

$$\begin{aligned}&A_i z_1 + B_i z_2 + C_i z_3,\\&A'_i z_1 + B'_i z_2 + C'_i z_3,\\&A''_i z_1 + B''_i z_2 + C''_i z_3\end{aligned}$$

quand ξ et η se changeront en ξ_i et η_i.

» Posons, pour abréger,

$$D_{m_1 m_2} z_i = \frac{d^{m_1+m_2} z_i}{dx^{m_1} dy^{m_2}};$$

le déterminant

$$\begin{vmatrix} D_{m_1 p_1} z_1 & D_{m_1 p_1} z_2 & D_{m_1 p_1} z_3 \\ D_{m_2 p_2} z_1 & D_{m_2 p_2} z_2 & D_{m_2 p_2} z_3 \\ D_{m_3 p_3} z_1 & D_{m_3 p_3} z_2 & D_{m_3 p_3} z_3 \end{vmatrix}$$

ne changera pas quand on changera ξ et η en ξ_i et η_i, et sera par conséquent une fonction rationnelle de x et de y.

» Il en résulte que

$$z = z_1, \quad z = z_2, \quad z = z_3$$

sont trois intégrales particulières d'une infinité d'équations aux différences partielles à coefficients rationnels. Ces équations s'écrivent

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} D_{m_1 p_1} z & D_{m_1 p_1} z_1 & D_{m_1 p_1} z_2 & D_{m_1 p_1} z_3 \\ D_{m_2 p_2} z & D_{m_2 p_2} z_1 & D_{m_2 p_2} z_2 & D_{m_2 p_2} z_3 \\ D_{m_3 p_3} z & D_{m_3 p_3} z_1 & D_{m_3 p_3} z_2 & D_{m_3 p_3} z_3 \\ D_{m_4 p_4} z & D_{m_4 p_4} z_1 & D_{m_4 p_4} z_2 & D_{m_4 p_4} z_3 \end{vmatrix} = 0.$$

m_1, p_1, m_2, p_2, m_3, p_3, m_4, p_4 sont des entiers positifs quelconques; il est clair que les coefficients des différentes dérivées partielles de z sont rationnels en x et en y. Si l'on fait, en particulier, dans l'équation (1),

$$\begin{aligned} m_1 &= 0, & p_1 &= 0, \\ m_2 &= 1, & p_2 &= 0, \\ m_3 &= 2, & p_3 &= 0, \\ m_4 &= 3, & p_4 &= 0, \end{aligned}$$

elle prendra la forme

$$B_3 \frac{d^3 z}{dx^3} + B_2 \frac{d^2 z}{dx^2} + B_1 \frac{dz}{dx} + B_0 z = 0.$$

» Les B seront des polynômes entiers en x et y. Si l'on donne à y une valeur constante quelconque, on obtiendra une équation linéaire du troisième ordre, dont tous les coefficients seront rationnels et dont les intégrales seront les fonctions algébriques z_1, z_2, z_3.

» *Conséquence.* — A chacun des groupes définis par M. Jordan, correspondent une infinité d'équations linéaires du second ordre. Dans chacune de ces équations, les coefficients sont rationnels par rapport à la

variable indépendante x et à un paramètre arbitraire y. Si l'on considère les trois intégrales z_1, z_2 et z_3 de cette équation comme fonctions de x et de y, ce seront des fonctions algébriques de ces variables, et elles satisferont non seulement à l'équation proposée, mais à une infinité d'équations aux dérivées partielles à coefficients rationnels, à savoir les équations (1).

» Je ne me suis restreint au troisième ordre que pour fixer les idées; les résultats sont vrais pour tous les ordres. »

ASTRONOMIE. — *Sur la distribution de l'énergie dans le spectre solaire normal.* Note de M. S.-P. Langley. (Extrait par M. Faye.)

« J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques observations au sujet de l'absorption que l'atmosphère du Soleil exerce sur la radiation de cet astre; on trouvera, par exemple (t. LXXX, p. 820), cette conclusion remarquable que cette atmosphère est bien plus transparente pour la chaleur que pour la lumière, et cette autre que les divers rayons du spectre sont d'autant plus absorbés que leur réfrangibilité est plus grande (t. LXXXI, p. 437).

» Il ne suffirait donc pas, pour étudier l'absorption, de mesurer, en deux points inégalement éloignés du centre, les intensités lumineuses ou calorifiques (Laplace, *Méc. cél.*, liv. X, ch. III). En employant cette méthode, avec les formules correctes de M. Faye ou de M. Roche, appliquées aux observations les plus soignées, je n'ai pas réussi à trouver deux couples de valeurs donnant le même résultat, en dedans des limites permises de l'erreur.

» La difficulté tient uniquement à ce que l'on considère, dans cette théorie, l'atmosphère comme étant composée de couches homogènes dont le pouvoir absorbant varie de l'une à l'autre suivant une loi donnée, sans distinguer entre les rayons dont la radiation primitive se compose. C'est la même difficulté qu'on rencontre dans les observations photométriques. Je ferai remarquer qu'il en résulte une valeur constamment trop faible pour la constante solaire, telle que l'ont obtenue Pouillet, Herschel et les physiciens français qui se sont occupés de cette recherche. Décomposons l'atmosphère dont l'action totale réduit l'intensité A à l'intensité Ap^2, suivant la formule adoptée indistinctement pour tous les rayons, en couches successives et désignons par a le coefficient d'absorption pour un rayon de réfrangibilité donnée : l'intensité sera réduite à Aa; par une seconde couche,

elle sera réduite à Aa^2. Pour un autre rayon d'intensité B, on aura Bb et Bb^2, b étant un nouveau coefficient spécial à la réfrangibilité de B. Si l'on opère sur le mélange des deux rayons, on aura, pour déterminer la constante solaire, $\frac{(Aa+Bb)^2}{Aa^2+Bb^2}$, tandis qu'en distinguant entre les deux espèces de rayons on devrait trouver $\frac{(Aa)^2}{Aa^2}+\frac{(Bb)^2}{Bb^2}$. Ce dernier résultat est algébriquement plus grand que le premier.

» De là la nécessité d'étudier l'absorption pour chaque rayon en particulier, c'est-à-dire d'opérer sur un spectre suffisamment étendu, et de rapporter les effets observés à une courbe dont les abscisses soient les longueurs d'onde et les ordonnées des énergies mesurées sur des rayons suffisamment homogènes.

» En opérant sur notre atmosphère et en utilisant les coefficients d'absorption obtenus, pour chaque rayon, avec un appareil d'une sensibilité supérieure à celle de la thermopile, bien perfectionnée pourtant, que j'avais employée dans mes premières recherches, j'ai pu tracer une seconde courbe ayant mêmes abscisses que la première, mais dont les ordonnées représentent les énergies des rayons du Soleil avant leur entrée dans notre atmosphère.

» Le rapport des aires de ces deux courbes nous donne celui de l'énergie totale des radiations solaires au delà de l'atmosphère comparée à l'énergie des radiations que nous recevons. C'est là la véritable constante solaire, dont la valeur diffère essentiellement de toutes les déterminations antérieures.

» Mes résultats réclament encore quelques corrections relatives à l'absorption propre à l'instrument et au métal sur lequel sont tracés mes réseaux, car c'est principalement par la méthode des réseaux que sont obtenus les spectres sur lesquels j'ai opéré; je me crois néanmoins en droit d'affirmer, dès maintenant, que la quantité totale de la chaleur envoyée par le Soleil à la Terre est beaucoup plus grande que ne l'ont cru les observateurs les plus accrédités et les plus habiles, même ceux qui, comme M. Violle, ont été accusés d'exagération.

» Ce n'est pas tout; on déduit de ces résultats, non seulement la vraie valeur de l'absorption exercée sur l'ensemble des rayons de diverses réfrangibilités, mais encore l'absorption élective propre à chacun d'eux, et l'on reconnaît que les relations de grandeur des diverses ordonnées dans les courbes précédentes ont changé au point de déplacer notablement le

maximum d'énergie. Avant l'absorption, ce maximum se trouvait bien plus près du violet que de l'ultra-rouge.

» Ainsi la totalité des radiations solaires, si elle parvenait jusqu'à nous, nous donnerait une sensation de bleu plutôt que de blanc. Le milieu atmosphérique, que nous sommes si habitués à regarder comme transparent, joue, au contraire, le rôle d'un milieu si fortement coloré, que ce qui reste du rayon transmis ne ressemble pas plus à la vraie couleur de la photosphère que la lumière électrique, vue au travers d'un verre rougeâtre, ne ressemble à celle des charbons incandescents.

» Je demande d'avance à l'Académie la permission de lui soumettre la description complète de mes procédés d'observation et de mes appareils, pour que les physiciens puissent vérifier ces résultats, et quelques autres que je me propose de publier bientôt sur la distribution assez inattendue de l'énergie dans le spectre normal tel que nous le connaissons. »

OPTIQUE. — *Sur un appareil synthétique, reproduisant le phénomène de la double réfraction circulaire.* Note de M. GOUY.

« Dans une Note antérieure, j'ai démontré que le phénomène appelé *double réfraction circulaire* peut être regardé comme une conséquence nécessaire et immédiate du *pouvoir rotatoire,* considéré en lui-même et indépendamment de la cause qui le produit (¹). Pour compléter ce travail, je me suis occupé d'en donner une vérification expérimentale, la plus directe et la plus complète qu'on puisse souhaiter, en construisant un appareil qui réalisât en effet ce phénomène, sans faire intervenir les propriétés spéciales des corps actifs.

» Cet appareil est un assemblage de lamelles à faces parallèles, taillées dans un cristal à un axe parallèlement à cet axe. Toutes ces lamelles ont la même épaisseur très petite, qui correspond à une différence de marche d'une demi-onde entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire, pour la lumière jaune du sodium et l'incidence normale. Elles sont découpées en bandes rectangulaires longues et étroites, de dimensions égales, qui sont ensuite exactement juxtaposées par leur plus grand côté, sur un même plan, comme les feuilles d'un parquet. Cet assemblage forme un feuillet

(¹) *Comptes rendus,* 26 avril 1880. Voir aussi, pour l'expérience des *trois systèmes de franges* des corps actifs, une Note du 10 mai.

cristallin très mince, qui est collé au baume entre deux lames de verre. En le parcourant dans un sens déterminé, l'axe optique de chaque bande fait avec l'axe optique de la précédente un angle constant, en grandeur et en signe, et égal à $\frac{\pi}{4n}$, n étant un nombre entier. On superpose à cet ensemble une lame demi-onde, orientée d'une manière quelconque.

» Les difficultés que présentait la réalisation de cet appareil ont été surmontées fort habilement par M. Laurent, qui en a construit deux exemplaires, d'une exécution satisfaisante, et qui donnent avec netteté les résultats théoriques. Pour l'un, on a pris $n = 1$, et pour l'autre, $n = 2$; c'est de ce dernier qu'il sera particulièrement question dans ce qui va suivre ([1]).

» Pour étudier les effets de cet appareil, on le place, normalement aux rayons, devant l'objectif d'une petite lunette, et l'on vise un objet éloigné ou la fente d'un collimateur, en se servant d'un verre jaune ou de la lumière du sodium.

» La lumière incidente étant naturelle, on voit deux images de l'objet, parfaitement nettes et d'égale intensité. *Ces deux images sont polarisées circulairement d'une manière complète, l'une dextrorsum, l'autre sinistrorsum.*

» Les rayons incidents étant polarisés rectilignement, tout se passe comme avec la lumière naturelle. Si la polarisation des rayons incidents devient elliptique, les deux images, toujours polarisées circulairement, prennent des intensités inégales : l'une devient plus vive, et c'est celle qui a la même rotation que le rayon incident; l'autre s'affaiblit d'autant, pour disparaître entièrement quand la polarisation des rayons incidents devient circulaire. Ainsi, *avec des rayons incidents polarisés circulairement, on n'a qu'une seule image, et cette image occupe deux positions différentes, suivant que les rayons incidents sont dextrorsum ou sinistrorsum.*

» Comme on le voit, ce sont là exactement les phénomènes que Fresnel a découverts au moyen de son triprisme et qu'il a nommés *double réfraction circulaire*. La théorie montre toutefois que cette synthèse n'est parfaite que lorsque n est un nombre très grand; mais cette imperfection est déjà insensible, pour $n = 2$, dans les conditions ordinaires des expé-

---

([1]) Voici quelques détails sur la construction de ces appareils. Pour la rendre plus facile, M. Laurent a employé des lamelles de quartz de $\frac{3}{2}$ ondes au lieu de $\frac{1}{2}$ onde, ce qui est équivalent. Les lamelles étant parallèles à l'axe, le quartz agit ici comme le ferait tout autre cristal à un axe. Elles ont $0^{m},001$ de largeur et sont si exactement taillées et ajustées, que les joints sont presque invisibles à l'œil nu. Le premier appareil a vingt lamelles, et le second seize.

riences. Je reviendrai sur ce point en donnant quelques développements théoriques. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie produite à l'aide du sélénium.* Note de M. E. MERCADIER.

« Après avoir étudié les effets sonores produits par une radiation intermittente tombant sur un corps quelconque (¹) servant de récepteur radiophonique, j'ai commencé à faire une étude semblable en prenant comme récepteurs ces sortes de piles au sélénium imaginées par MM. Bell et Tainter.

» J'ai pris un de ces récepteurs plans, d'environ 25^{cq} de surface, que construit M. Breguet; je l'ai interposé dans un circuit comprenant une pile de 4 à 6 éléments Leclanché et un téléphone Gower dont la bobine a environ 235 ohms de résistance.

» Les radiations intermittentes étaient produites par la roue en verre à quatre séries d'ouvertures précédemment décrite (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 929).

» I. En étudiant d'abord l'influence de la source sur les sons produits, j'ai constaté sans aucune difficulté qu'on obtenait des accords sonores identiques à ceux qu'on obtient avec les récepteurs à air décrits dans mes précédentes Notes, mais d'intensité beaucoup plus faible, toutes choses égales d'ailleurs.

» On obtient ainsi des sons avec les radiations du Soleil, de lampes électrique, oxyhydrique, d'un bec de gaz, et même d'une bougie, ainsi que cela a été déjà constaté, notamment par M. A. Breguet. Toutefois, avec des sources faibles, il faut rapprocher la source autant que possible de la roue interruptrice, en limitant le faisceau lumineux à l'aide d'une fente étroite, pour éviter les effets d'interférence sur le récepteur. L'emploi de ce dispositif simple augmente notablement l'intensité des sons produits.

» II. En ce qui concerne le récepteur et ses accessoires, j'ai constaté qu'on entend très bien les sons avec un téléphone animé par 6 éléments Leclanché : l'intensité des sons diminue avec le nombre des éléments; mais on entend encore des sons très nets dans la lumière oxyhydrique avec un seul élément.

» L'intensité des sons croît naturellement avec la largeur du faisceau

(¹) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 929 et 982, et t. XCII, p. 409 et 450.

radiant et de la surface éclairée du récepteur; mais, même avec une source faible, comme un bec de gaz par exemple, un faisceau de $0^{m},003$ ou $0^{m},004$ de largeur, reçu sur une bande du récepteur d'égale largeur, suffit pour qu'on puisse entendre et étudier le phénomène.

» Cela démontre bien que ce phénomène est beaucoup plus intense qu'on pourrait le croire au premier abord, et j'ai été conduit ainsi à en rechercher la cause de la manière suivante.

» III. Puisqu'une source faible, limitée encore, ainsi que le récepteur, comme on vient de l'indiquer, suffisait pour produire des sons, j'ai pensé qu'on pourrait préciser la cause du phénomène, comme je l'avais déjà fait pour les récepteurs étudiés précédemment, en produisant le spectre de la source radiante et faisant tomber sur le récepteur en sélénium successivement les groupes de rayons dispersés.

» J'ai employé la disposition décrite dans les *Comptes rendus* (t. XCI, p. 982), en faisant passer les rayons du spectre à travers une fente de $0^{m},002$ de largeur avant de les concentrer sur la roue interruptrice à l'aide d'une lentille cylindrique. Cela permet d'étudier l'effet des rayons du spectre de $0^{m},002$ en $0^{m},002$, ce qui suffit quand les spectres ont, dans la partie visible, une longueur de $0^{m},035$ à $0^{m},040$.

» J'ai opéré plusieurs fois à la lumière oxyhydrique, à la lumière électrique et à la lumière solaire. Les résultats ont été absolument concordants, savoir :

» *Les sons produits dans les récepteurs à sélénium que j'ai étudiés résultent principalement de l'action des radiations lumineuses : les rayons du spectre agissent depuis la limite du bleu vers l'indigo jusqu'au rouge extrême, et même un peu dans l'infra-rouge, à $0^{m},002$ du rouge visible; les rayons indigo, violets et ultra-violets sont sans action perceptible dans les conditions où j'ai opéré jusqu'ici.*

» *Le maximum d'effet s'est toujours produit dans la partie jaune du spectre.*

» J'ai refait en même temps et *dans les mêmes circonstances* les *mêmes essais* avec les récepteurs à tubes de verre contenant de l'air au contact d'une paroi enfumée, et j'ai constaté de nouveau de la façon la plus nette un résultat très différent. Avec ces récepteurs, les rayons agissants s'étendent de l'orangé au delà du rouge, jusqu'à une limite qui peut arriver jusqu'au tiers ou au moins au quart de la longueur du spectre visible. L'effet maximum s'obtient dans l'infra-rouge. Les autres radiations du spectre, depuis le jaune jusqu'à l'ultra-violet, ne produisent pas d'effet perceptible. Mes précédentes conclusions subsistent donc toujours : il y a là principalement un effet *thermique*.

» Mais, relativement aux récepteurs à sélénium, au sujet desquels les résultats obtenus par divers observateurs, MM. Sole, Adams, etc. (à l'aide du galvanomètre, il est vrai), étaient contradictoires, mes expériences tendent à montrer que les effets sonores obtenus par MM. Bell et Tainter seraient dus à une transformation très remarquable de l'énergie des radiations dites *lumineuses* en énergie sonore par l'intermédiaire d'un courant électrique, ainsi qu'ils le pensent eux-mêmes. Ce résultat concorde avec celui que MM. Adams et Day ont obtenu en 1876 par une autre méthode.

» Je poursuis ces recherches, en vue de préciser aussi nettement que possible le mécanisme de cette transformation, attribuée soit à la variation de conductibilité du sélénium, soit à une sorte de polarisation de ce corps. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences faites dans les usines du Creusot pour la mesure optique des hautes températures.* Note de M. A. CROVA, présentée par M. Berthelot.

« Ces expériences ont été faites du 16 au 19 septembre 1880, avec l'autorisation de M. Schneider, gérant des usines du Creusot, et le concours de MM. les ingénieurs Bouvard et Osmond. Qu'il me soit permis ici de remercier ces Messieurs du bienveillant empressement qu'ils ont mis à mettre à ma disposition les moyens d'action qui m'étaient nécessaires, et à m'éclairer sur les meilleures conditions à réaliser pour le succès de ces expériences, qu'ils ont bien voulu contrôler eux-mêmes.

» La description du spectropyromètre dont nous avons fait usage a été déjà donnée dans la Note qui a été insérée à ce sujet dans les *Comptes rendus* (9 février 1880).

» Les premiers essais ont été faits sur les fours Martin-Siemens. Après quelques tâtonnements, nous avons reconnu que la disposition la plus simple et la plus commode consistait à projeter, au moyen d'une lentille, sur le prisme réflecteur du spectropyromètre, l'image d'une ouverture circulaire pratiquée dans la porte extérieure du four. Il était ainsi facile d'observer, même en plein jour, les deux bandes spectrales des régions rouge et verte prises comme points fixes de l'échelle optique, provenant, l'une de la lumière du four, l'autre de celle de la lampe modérateur, et séparées par une ligne très nette.

» Le four étant dans son allure normale, le degré optique obtenu correspondait à une température d'environ 2000° C. Mais, l'égalité d'intensité

dans le rouge ($\lambda = 676$) étant obtenue, et les deux plages vertes ($\lambda = 523$) ayant été ensuite ramenées à l'égalité, on observait des variations d'éclat indiquant que la température du four oscillait de part et d'autre de 2000°.

» Ces variations s'expliquent facilement par les fumées du four et par le mélange de couches gazeuses, de composition et de nature différentes, qui se succèdent devant l'orifice de la porte. Les variations brusques s'expliquent par les alternances de nature oxydante et réductrice de la flamme.

» Entre deux interversions de valves, nous avons pu constater des variations lentes et régulières de température; à partir d'un maximum, peu après l'interversion, la température diminuait lentement à mesure que les deux récupérateurs traversés par l'air et les gaz froids perdaient leur réserve de chaleur. En même temps, l'ouverture ou la fermeture des portes de chargement causaient des variations passagères.

» Nous avons aussi opéré sur des coulées d'acier Martin. La durée de chaque coulée est suffisante pour qu'il soit possible de faire plusieurs déterminations, et de les faire contrôler par plusieurs observateurs. La température était d'environ 2000°, et sa mesure particulièrement nette sur l'acier pour gros lingots.

» Réservant les résultats numériques obtenus, nous pouvons affirmer que leur constance dans des coulées faites dans des conditions identiques leur donne une valeur pratique, et permet d'inscrire des nombres, là où la seule appréciation des fondeurs pouvait donner des indications pratiques.

» Nous avons aussi mesuré les températures de la fonte, au moment de sa coulée dans l'orifice des convertisseurs Bessemer; elles ont varié, dans nos essais, de 1110° à 1150° C.

» Comme nous nous y attendions, la flamme des convertisseurs Bessemer n'a pu nous permettre aucune mesure de température, à cause des bandes vertes qui apparaissent dans son spectre. Les mesures que nous avons tentées nous ont cependant offert des particularités intéressantes, et semblent indiquer une température extraordinairement élevée vers la fin de l'opération.

» Mais la température du bain d'acier dans le convertisseur, mesurée avant l'arrêt, était un peu supérieure à 2000°; après l'arrêt, la température paraît s'abaisser rapidement; cela tient à la formation d'une couche de scories qui recouvre le bain et dont la température lui est inférieure, car les bulles de gaz qui éclatent à sa surface, en mettant le métal à nu, produisent des ondulations très éclatantes sur un fond relativement sombre.

Il est possible de mesurer celle du jet de métal qui se déverse pendant la coulée, comme nous l'avions déjà fait pour l'acier Martin.

» Les mesures des basses températures, inférieures à 1000° C., ont présenté des difficultés qui pourront être levées en plaçant l'instrument dans une sorte de guérite, qui préserve l'observateur de la lumière du jour et du rayonnement des fours voisins, et en modifiant l'instrument de manière à lui faire admettre plus de lumière.

» Ces essais nous ont prouvé que la méthode optique peut donner des résultats utiles pour la pratique industrielle; ils nous ont, de plus, indiqué les conditions nécessaires pour que l'on puisse obtenir les meilleurs résultats et les modifications à apporter à l'instrument pour le rendre applicable à l'industrie. »

PHYSIQUE. — *Sur la force électromotrice de l'arc voltaïque.* Note de M. F.-P. Le Roux, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Quand un flux électrique est établi entre deux conducteurs de même nature par l'intermédiaire d'un milieu gazeux, qui est ordinairement la vapeur émise par leur substance, l'inégalité de température des portions de ces conducteurs qui sont contiguës à ce milieu paraît un fait général. Il semble non moins général que l'extrémité par laquelle arrive l'électricité positive possède la température la plus élevée. C'est ce qu'on observe à un degré très remarquable lors de la production de l'arc voltaïque entre deux charbons au moyen d'un courant de sens constant, tel que celui d'une pile.

» L'idée d'attribuer à ce phénomène une origine thermo-électrique est déjà ancienne; on la trouve mentionnée dans les Cours de Verdet. D'après l'application du principe de l'équivalence de la chaleur aux phénomènes électriques, telle qu'elle résulte des travaux de MM. Helmholtz, Clausius et W. Thomson, à un dégagement de chaleur au point de jonction de deux substances hétérogènes correspond une force électromotrice agissant en sens inverse du courant. M. Edlund a fait remarquer, il y a déjà longtemps, que l'hypothèse de la résistance de l'arc voltaïque considéré uniquement comme un conducteur ne suffisait pas pour rendre compte de la diminution d'intensité qu'il fait éprouver au courant de la pile. Tout récemment, M. Joubert (*Comptes rendus,* juillet 1880), au cours de ses si intéressantes recherches sur les machines magnéto-électriques, est arrivé à cette conclusion que la résistance de l'arc était très faible, que la différence de potentiel qui

existe entre les deux charbons était due pour la plus grande partie à une force électromotrice résultant d'un phénomène de polarisation dont il réserve l'explication.

» J'ai eu autrefois (*Comptes rendus*, 1867 et 1868) l'occasion de reprendre l'expérience de M. Wartmann, qui montre que, si l'on suspend pendant une fraction de seconde très appréciable, même $\frac{1}{10}$, le passage du courant, on peut, en le rétablissant, voir l'arc se produire à nouveau sans qu'on ait besoin de ramener les charbons au contact. Ce fait s'explique très bien si l'on songe que la vapeur de carbone, qui, selon moi, constitue principalement l'arc, peut persister quelque temps encore après la cessation du courant, et aussi que les gaz chauds qui baignent les charbons sont conducteurs, comme l'a montré M. Edm. Becquerel.

» Étant admis que du passage du courant résulte entre les deux charbons une différence de potentiel, cette différence doit subsister un certain temps après que le courant a cessé, et, du moment qu'il existe entre les charbons encore chauds un milieu conducteur, on doit pouvoir manifester au galvanomètre cette différence de potentiel. J'avais, autrefois, essayé de la mettre en évidence au moyen d'une sorte de double roue interruptrice, analogue à la roue distributrice que j'avais employée pour faire passer par intermittence le courant d'une pile entre deux foyers; mais ce genre d'appareils donne lieu à des difficultés spéciales.

» Il m'a paru plus démonstratif de n'employer qu'un seul contact, opéré à la main, après l'interruption du courant de la pile. Avec un galvanomètre à grande résistance, on peut de cette manière, même $\frac{2}{10}$ environ de seconde après la cessation du courant de la pile, mettre en évidence l'existence de cette force électromotrice inverse. On peut réussir avec une distance des charbons de plusieurs millimètres, mais les effets sont d'autant plus marqués que l'arc est plus court au moment de la cessation du courant principal. L'expérience réussit également, bien que les charbons soient, dans l'air ou dans l'œuf électrique, au degré de vide de nos machines à pistons.

» Des phénomènes du même genre se produisent entre deux tiges de platine.

» Je crois que c'est bien là un phénomène thermo-électrique. Le charbon serait positif par rapport à sa vapeur, à un degré croissant avec la température. »

PHYSIQUE. — *Sifflement de l'arc voltaïque.* Note de M. A. NIAUDET, présentée par M. Jamin.

« L'arc voltaïque fait souvent entendre un sifflement, qui, dans certaines circonstances, peut devenir un bruit intense. Ce phénomène n'a guère attiré jusqu'ici l'attention des physiciens. On va voir qu'il faut en tenir grand compte dans toutes les mesures qu'on peut prendre sur l'arc.

» L'étude que nous en avons faite a été rendue facile par l'emploi du galvanomètre de M. Deprez. Cet instrument, connu de l'Académie, peut être construit de deux manières différentes.

» On peut le faire avec du fil très gros et un très petit nombre de spires, auquel cas sa résistance est très faible et il peut servir à la mesure des intensités; s'il est étalonné au préalable, il donne les intensités en mesures absolues, en webers.

» On peut aussi le faire avec du fil très fin et un grand nombre de spires, auquel cas il a une résistance considérable (450 ohms par exemple) et peut servir à la mesure des forces électromotrices ou des différences de potentiel entre deux points d'un circuit; s'il est étalonné convenablement, il donne ces potentiels en unités absolues, en volts.

» Si l'on place, comme l'a fait M. Deprez, un galvanomètre d'intensités dans le circuit général, et un galvanomètre de potentiels en dérivation par rapport à l'arc voltaïque, on peut suivre les variations qui se produisent. Elles sont révélées d'une manière instantanée.

» Ce procédé d'examen nous a fait reconnaître le fait suivant :

» La différence de potentiel entre les deux charbons a deux valeurs notablement différentes, l'une plus grande quand l'arc est silencieux, l'autre plus petite quand l'arc siffle.

» L'aiguille du galvanomètre saute brusquement et sans transition d'une région à une autre quand le silence s'établit ou cesse. Si on la suit de l'œil en même temps qu'on prête l'oreille, on voit les moindres bruits, les plus momentanés, se traduire par un saut de l'aiguille.

» Au contraire, quand le silence est bien établi, l'aiguille peut se tenir tranquille pendant un temps assez long.

» Il va sans dire que, aux changements qui surviennent dans le potentiel de l'arc, répondent des variations en sens inverse de l'intensité du courant général.

» Voici les résultats d'une expérience prise parmi d'autres. Nous opérions avec une machine dont les électro-aimants étaient excités par une autre, de sorte que nous nous trouvions dans les mêmes conditions qu'avec une machine magnéto-électrique ou avec une pile.

Intensité en webers.	Différence de potentiel en volts.	
34	54,3	silence.
36	43	sifflement.
34	49	silence.
43	41,4	sifflement.
38,1	49	silence.

» Une théorie complète de l'arc voltaïque devra rendre compte de ce phénomène singulier. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les miroirs magiques en verre argenté* (¹). Deuxième Note de M. L. LAURENT, présentée par M. Cornu.

« On peut produire l'effet magique *sans comprimer ni aspirer,* rien que par la manière de fixer le miroir dans sa monture.

» Je suppose une monture analogue à celle des lentilles ordinaires de projections, composée de deux anneaux métalliques vissés et serrant le miroir. Entre l'anneau fixe (de $0^{m},01$ de large) et le miroir, j'interpose un anneau de caoutchouc de même largeur; l'anneau mobile est recouvert de drap sur la surface annulaire qui presse sur le miroir. Il se présente trois cas :

» 1° Si cette surface de pression est plane, le miroir reste plan; il n'est pas magique.

» 2° Si elle est légèrement *concave,* elle forcera le bord annulaire correspondant du miroir à se mouler dedans; ce bord s'enfoncera et le miroir deviendra *convexe.* Sur l'écran, l'image de la gravure sera *noire.*

» 3° Enfin, si elle est *convexe,* le miroir sera comprimé un peu plus loin du bord; il se creusera et deviendra *concave.* Il donnera une image *blanche* sur l'écran.

» Dans ces deux derniers cas, le miroir est *magique;* il le reste tant qu'on ne touche pas à l'anneau de serrage. Il donne à volonté l'image

(¹) Voir la Note du 21 février 1881.

noire ou blanche, en remplaçant seulement l'anneau de serrage. Les deux faces du miroir sont visibles. Si l'on desserre les anneaux, le miroir redevient plan et cesse d'être magique.

» Enfin l'on peut, en bouchant l'anneau fixe, aspirer et souffler pour augmenter ou diminuer l'effet magique, ou le produire directement, s'il n'existe pas. »

PHYSIQUE. — *Sur l'écoulement des gaz.* Note de M. NEYRENEUF.

« La vérification des lois de l'écoulement des gaz peut se faire par un procédé qui rappelle les méthodes en usage pour la détermination des résistances électriques. Du gaz d'éclairage, pris soit aux tuyaux de distribution, soit sous pression plus grande à un gazomètre, passe dans un tube en Y dont les deux branches sont en communication avec les deux tubes à comparer. Ceux-ci sont reliés par leur autre extrémité à deux becs de gaz bien identiques et placés au même niveau. Les flammes produites, comparées par le photomètre, devront avoir le même éclat si les dépenses sont égales.

» On peut, par tâtonnements, rechercher les longueurs équivalentes de deux tubes; on peut aussi les déterminer à l'avance par la formule de Girard :

$$\frac{d^5}{l} = \frac{d'^5}{l'},$$

» Dans les deux cas on trouve des résultats satisfaisants pour des tubes de verre et de cuivre dont les diamètres ont varié de 15^{mm} à 5^{mm}, les longueurs variant de 2^m à $0^m,25$. Les tuyaux en caoutchouc n'ont rien donné de net.

Quand le diamètre varie de 4^{mm} à 2^{mm}, la relation ci-dessus n'est plus satisfaite; il faut, pour retrouver des résultats constants, prendre des tubes de grande longueur, et la relation est représentée alors par

$$\frac{d^3}{l} = \frac{d'^3}{l'}.$$

» Voici une détermination permettant de se faire une idée de la confiance à accorder aux résultats :

Longueur expérimentale.	D'après la première formule.	D'après la seconde formule.	D'après Poiseuille.	Diamètres.
1635^{mm}	1635^{mm}	1635^{mm}	1635^{mm}	$3^{mm},401$
970^{mm}	690^{mm}	979^{mm}	876^{mm}	$2^{mm},867$

» Il y a, dans ces conditions, un minimum remarquable de la résistance, correspondant sans doute à l'établissement du régime linéaire, sans que l'action des forces retardatrices capillaires se fasse encore sentir. Girard a trouvé pour les liquides, avec des tubes de $2^{mm},96$ et $1^{mm},83$, le même résultat.

» Pour des valeurs du diamètre peu supérieures à 1^{mm}, c'est la loi de Poiseuille que l'on retrouve, correspondant à la relation

$$\frac{d^4}{l} = \frac{d'^4}{l'}.$$

» Voici quelques vérifications :

Longueur expérimentale.	D'après la première formule.	D'après la deuxième formule.	D'après la troisième formule.	Diamètres.
905^{mm}	905^{mm}	905^{mm}	905^{mm}	$1^{mm},263$
380^{mm}	311^{mm}	$477^{mm},4$	385^{mm}	$1^{mm},020$

» Autre série :

Longueur expérimentale.	D'après la première formule.	D'après la deuxième formule.	D'après la troisième formule.	Diamètres.
mm	mm	mm	mm	mm
462	462	462	462	0,7950
305	266,4	334,5	300	0,7139
185	151	236,4	189	0,6359

» Pour des diamètres plus petits, les lois s'appliquent, comme pour les liquides, à des longueurs beaucoup plus petites. Il faut remarquer que les nombres de la première colonne sont approchés par défaut, l'erreur étant inférieure à 2^{mm}.

» Si l'on chauffe l'un des tubes dérivés, trois cas peuvent se présenter : 1° l'écoulement gazeux est activé; 2° l'écoulement ne varie pas; 3° l'écoulement est retardé.

» Le premier cas se présente pour des tubes gros, sans doute parce que la variation du diamètre a un effet prédominant; le deuxième, pour des tubes de 4^{mm} à 5^{mm}; le troisième, pour les tubes plus petits.

» Dans le cas de tubes de 1^{mm} de diamètre, on peut très aisément apprécier une différence de 1° entre les températures des milieux dans lesquels sont plongés les deux tubes.

» J'ai essayé, mais inutilement, de reproduire ces trois effets avec des liquides très dilatables, au moyen de tubes fins et longs; j'ai toujours observé une augmentation rapide de la vitesse d'écoulement.

» L'influence considérable d'un faible excès de température, dans le cas de tubes de petits diamètres, ne doit pas être perdue de vue quand on veut tirer des lois de Poiseuille, pour les gaz, des conséquences théoriques, puisqu'il suffit d'une légère inégalité de température pour amener des différences dans la dépense, d'autant plus grandes que le diamètre sera plus capillaire. »

CHIMIE. — *Sur de nouvelles combinaisons de l'acide bromhydrique et de l'acide iodhydrique avec l'ammoniaque.* Note de M. L. TROOST.

« Dans un premier Mémoire, présenté à l'Académie (¹), j'ai montré que l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque, qui n'avaient jusqu'alors été combinés que dans les proportions qui constituent le sel ammoniac, analogue au sel marin, pouvaient donner naissance à d'autres composés, parmi lesquels j'ai signalé le chlorhydrate tétra-ammoniacal et le chlorhydrate hepta-ammoniacal. En appliquant aux acides bromhydrique et iodhydrique les procédés de préparation et les méthodes employées pour démontrer l'existence, comme espèces chimiques, des composés de l'acide chlorhydrique, j'ai obtenu de nouveaux produits nettement définis, et caractérisés, comme les premiers, par leur point de fusion, leur structure cristalline et leur tension de dissociation.

» *Bromhydrates ammoniacaux.* — I. Le premier composé nouveau contient pour $1^{éq}$ d'acide bromhydrique $2^{éq}$ d'ammoniaque : nous l'appellerons *bromhydrate biammoniacal.* Il est anhydre, sa formule est $BrH, 2AzH^3$. Je ne lui ai pas trouvé d'analogue dans les combinaisons de l'acide chlorhydrique avec l'ammoniaque.

» Si l'on mesure la tension de l'ammoniaque qu'il dégage, on trouve que cette tension, à une même température, reste constante quand on fait varier le volume occupé par le gaz existant à la surface de la matière dissociée, exactement comme la tension de la vapeur d'eau, en présence d'un excès d'eau liquide, reste constante dans un espace que l'on augmente ou que l'on diminue, pourvu que la température soit invariable dans cet espace.

» On peut donc enlever de l'ammoniaque existant au-dessus du bromhydrate biammoniacal sans que la tension, correspondant à sa température,

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 578.

cesse de se rétablir, tant qu'il reste du sel non décomposé dans l'appareil où l'on fait l'expérience. C'est là un caractère d'une grande précision et qui, à lui seul, suffirait pour établir l'existence du bromhydrate biammoniacal comme espèce distincte. La tension de dissociation augmente rapidement avec la température, comme cela résulte du Tableau ci-joint :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
o	mm	o	mm
— 27,0......	90	0,0.......	350
— 24,0.......	110	+ 9,0.......	585
— 19,0.......	145	+ 14,8.......	775
— 10,0.......	210	+ 20,0.......	1025
— 6,5.......	245	+ 26,0.......	1320
— 3,0.......	290	+ 31,0.......	1660

» II. Une seconde combinaison contient $4^{éq}$ d'ammoniaque pour $1^{éq}$ d'acide bromhydrique; nous l'appellerons *bromhydrate tétra-ammoniacal*. Ce corps fond à $+6^{o}$. Le liquide présente tous les caractères de la surfusion; quand on le refroidit rapidement, il ne se prend en masse cristalline translucide que vers -20°. Ses cristaux, qui présentent l'aspect de tables rhomboïdales, dépolarisent énergiquement la lumière. Le sel est anhydre; sa formule est $BrH, 4AzH^{3}$. Les caractères de sa dissociation sont absolument les mêmes que ceux du bromhydrate biammoniacal, dans lequel il se transforme au fur et à mesure qu'il perd de l'ammoniaque :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
o	mm	o	mm
— 27,0.......	160	+ 7,0.......	840
— 23,0.......	180	+ 9,8.......	910
— 14,5.......	240	+ 14,6.......	1145
— 9,0.......	300	+ 19,5.......	1365
— 5,0.......	405	+ 25,0.......	1600
0,0......	570	+ 30,1.......	1845

» III. Le troisième composé contient $7^{éq}$ d'ammoniaque pour $1^{éq}$ d'acide bromhydrique. Sa formule est $BrH, 7AzH^{3}$. Il fond vers -20°. Le liquide présente tous les caractères de la surfusion : il ne se prend souvent en masse cristalline que vers -45°. Il est impossible de constater une forme cristalline ou une propriété optique pour le distinguer du sel précédent, mais son aspect est complètement différent.

» Quand on fait varier sa température, on voit sa tension de dissocia-

tion augmenter encore plus rapidement que pour les composés précédents, ainsi que le prouvent les nombres suivants :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 32,0	540	— 15,0	1045
— 27,8	655	— 12,0	1200
— 25,5	690	— 10,0	1280
— 25,3	700	— 8,0	1420
— 21,8	835	— 5,0	1590
— 18,8	900	— 2,8	1745

» *Iodhydrates ammoniacaux.* — L'acide iodhydrique se comporte avec le gaz ammoniac comme l'acide bromhydrique.

» I. Le premier composé nouveau contient $2^{éq}$ d'ammoniaque pour $1^{éq}$ d'acide iodhydrique; nous l'appellerons *iodhydrate biammoniacal*. Sa formule est $IH, 2AzH^3$. Il est anhydre.

» Les caractères de sa dissociation sont les mêmes que ceux du bromhydrate correspondant. Quand on fait varier sa température, sa tension de dissociation augmente d'abord très lentement, ainsi que cela résulte du Tableau ci-dessous :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 27,0	10	+ 9	100
— 16,0	17	+ 19	180
— 14,0	20	+ 27	280
— 10,0	27	+ 35	455
— 5,8	38	+ 50	940
0,0	57	+ 56	1140

» II. Un second composé contient $4^{éq}$ de gaz ammoniac pour $1^{éq}$ d'acide iodhydrique. Nous l'appellerons *iodhydrate tétra-ammoniacal*. Sa formule est $IH, 4AzH^3$. Il fond vers $-12°$. Le liquide présente les caractères de la surfusion. Sa tension de dissociation croît plus rapidement que celle du composé précédent, comme cela résulte du Tableau ci-joint :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 27,0	130	0,0	380
— 23,0	135	+ 9,9	580
— 19,0	150	+ 14,6	700
— 14,0	180	+ 19,5	840
— 9,8	235	+ 25,0	995
— 5,0	290	+ 30,0	1160

» III. Un troisième composé est formé par $7^{éq}$ de gaz ammoniac pour $1^{éq}$ d'acide iodhydrique; sa formule est $IH, 7AzH^3$. Il fond à $-28°$. Sa tension de dissociation croît très rapidement.

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
— 29,0.......	435	— 5,0.......	1035
— 25,0.......	510	0,0.......	1250
— 21,2.......	575	+ 4,7.......	1415
— 17,0.......	655	+ 9,4.......	1620
— 12,8.......	770	+ 11,4.......	1735
— 6,0.......	1000		

» Les composés hepta-ammoniacaux des hydracides ne me paraissent pas être les derniers termes de ces combinaisons singulières. La difficulté de maintenir longtemps constantes de très basses températures limite jusqu'ici les termes de la série aux suivants :

ClH, AzH^3	BrH, AzH^3	IH, AzH^3
....	$BrH, AzH^3 + AzH^3$	$IH, AzH^3 + AzH^3$
$ClH, AzH^3 + 3AzH^3$	$BrH, AzH + 3AzH^3$	$IH, AzH^3 + 3AzH^3$
$ClH, AzH^3 + 2(3AzH^3)$	$BrH, AzH^3 + 2(3AzH^3)$	$IH, AzH^3 + 2(3AzH^3)$

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur le chlorure de plomb.* Note de M. A. DITTE.

« Dans l'étude que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, de l'action exercée par l'acide chlorhydrique sur les chlorures métalliques, j'ai omis à dessein le chlorure de plomb, qui paraît tout d'abord se comporter d'une façon spéciale. En effet, la solubilité de ce sel dans l'eau va d'abord en diminuant, quand on ajoute à la liqueur des quantités croissantes d'acide; du chlorure se précipite, mais bientôt, la proportion d'acide augmentant toujours, la variation de solubilité change de sens, de telle sorte qu'à une température déterminée, quelconque d'ailleurs, la courbe qui représente la solubilité du chlorure dans de l'eau plus ou moins chargée d'acide chlorhydrique offre une concavité très accentuée tournée vers l'axe des abscisses (poids d'acide uni à 100 d'eau) et un minimum

très net. La solubilité du chlorure diminue donc d'abord, pour augmenter ensuite, comme il ressort, du reste, du Tableau suivant :

Quantités de HCl dans 100 d'eau.	Quantité de PbCl dissoutes dans 1^{kg} de la liqueur considérée (en grammes).				
	à 0°.	à 20°.	à 40°.	à 55°.	à 86°.
0,0.......	8,0	11,8	17,0	21,0	31,0
5,6.......	2,8	3,0	4,6	6,5	12,4
10,0.......	1,2	1,4	3,2	5,5	12,0
18,0.......	2,4	4,8	7,2	9,8	19,8
21,9.......	4,7	6,2	10,4	12,9	23,8
31,5.......	11,9	14,1	19,0	24,0	38,0
46,0.......	29,8	30,0 à 17°	»	»	»

» Pour comprendre ce qui se passe dans ces circonstances, il convient d'examiner d'abord comment l'iodure et le bromure de plomb se comportent en présence de leur hydracide.

» 1^{lit} d'eau à 10° dissout environ $0^{gr},6$ d'iodure de plomb; l'addition de faibles quantités d'acide iodhydrique détermine immédiatement dans cette liqueur un précipité d'iodure, sa solubilité diminue peu à peu; mais bientôt, si l'on continue à ajouter de l'acide, le précipité formé se redissout et la solubilité devient alors d'autant plus grande que la liqueur est plus acide; avec une liqueur très concentrée, le sel et l'acide se combinent, et M. Berthelot a obtenu (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 1026) le composé 2PbI, HI, 10HO, décomposable par l'eau pure, et qu'une liqueur suffisamment riche en acide dissout sans le décomposer. Ainsi l'acide iodhydrique précipite tout d'abord une partie de l'iodure dissous dans l'eau, et cela d'autant mieux que la quantité d'acide est plus grande, jusqu'au moment où la concentration de la liqueur est telle que de l'iodhydrate d'iodure puisse exister; dès lors la dissolution renferme une quantité de ce composé qui augmente avec la richesse du liquide en acide, et le poids d'iodure qui se dissout s'accroît avec rapidité.

» Avec le bromure de plomb, il en est de même; l'eau pure à 10° en dissout par litre environ 6^{gr}; mais il se précipite peu à peu, à mesure qu'on ajoute de l'acide à la liqueur; bientôt cependant le précipité cesse de se produire, et, le liquide devenant plus acide, il se redissout. Dès lors, le bromure de plomb se dissout en quantités considérables; c'est ainsi qu'une liqueur qui renferme, à 10°, 72^{gr} d'acide pour 100^{gr} d'eau, dissout

par kilogramme 550gr de bromure et possède une densité égale à 2,06; la quantité de bromure augmente si l'on chauffe, et l'on obtient par refroidissement de belles aiguilles blanches, soyeuses, retenant un peu d'eau et répondant à la formule $2PbBr, 3HO$. Enfin, si l'on fait passer jusqu'à refus de l'acide bromhydrique dans la liqueur, en présence d'un excès de bromure de plomb, elle s'échauffe et donne par refroidissement des aiguilles blanches renfermant de l'acide, du sel et de l'eau, et dont la composition répond à la formule $5PbBr, HBr, 10HO$. Tout se passe donc comme avec l'iodure; les solutions de bromure dans l'eau plus ou moins acide contiennent d'abord de l'iodure et de l'acide libres, la solubilité du premier étant très notablement diminuée par la présence du second; mais bientôt la concentration de la liqueur devient telle, que la formation d'un bromhydrate de bromure devient possible, et comme il est excessivement soluble dans l'acide bromhydrique, tandis que le bromure de plomb libre ne s'y dissout que très peu, à partir de l'instant où sa formation sera possible, la liqueur en renfermera avec les produits de sa dissociation, et à mesure qu'elle deviendra plus acide, elle s'enrichira en bromure avec une très grande rapidité.

» Ainsi, le bromure et l'iodure de plomb présentent, comme le chlorure, d'abord une diminution, ensuite un accroissement de solubilité quand on les met en présence d'eau plus ou moins chargée de leur acide. Les courbes de solubilité de ces trois sels présentent dans ces conditions des formes tout à fait analogues et possèdent toutes un minimum. L'existence de sels acides rend bien compte de ce qui se passe, et il est à noter que la combinaison du bromure de plomb avec son acide s'effectue moins facilement que la production de l'iodhydrate d'iodure de plomb.

» Si maintenant on considère, d'une part, la manière tout à fait semblable dont se comportent les trois sels, d'autre part le fait établi par les recherches de M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 435), que la combinaison des sels halogènes avec l'hydracide correspondant est un phénomène très général, on peut admettre la formation d'un chlorhydrate de chlorure de plomb, analogue à l'iodhydrate d'iodure et au bromhydrate de bromure, quoiqu'il ne soit pas possible de l'obtenir cristallisé, même à très basse température. On comprend alors sans difficulté qu'à zéro, par exemple, l'acide chlorhydrique précipite d'abord le chlorure de plomb de sa solution aqueuse, jusqu'au moment où devient possible l'union d'une partie de l'hydracide et des sels; à ce moment, la solubilité passe par une

valeur minimum à partir de laquelle la courbe se relève; la liqueur, qui ne renfermait primitivement que des chlorures et de l'acide libres, contient dès lors du chlorhydrate de chlorure dissous; elle se colore en même temps en jaune clair, et cette coloration s'accentue à mesure que la quantité de chlorure dissous augmente, c'est-à-dire en même temps qu'on opère avec de l'acide chlorhydrique plus concentré. Il en est de même quand la température s'élève; la dissociation du chlorhydrate de chlorure par la liqueur est d'autant plus complète que la dissolution est plus chaude; mais comme, d'autre part, la quantité d'acide anhydre augmente à mesure que la température s'élève (*Mécanique chimique*, t. II, p. 153), sa combinaison avec le chlorure est plus facile que lorsqu'il est à l'état d'hydrate stable; de là résulte un équilibre qui permet l'existence d'une certaine quantité de chlorhydrate de chlorure, même à une température élevée comparativement à sa facile décomposition. L'existence de ce sel acide rend donc bien compte des phénomènes observés et des faits absolument analogues offerts par le bromure et l'iodure de plomb. C'est peut-être à quelque combinaison du même genre que sont dues les variations de solubilité du chlorure d'argent, variations étudiées par MM. Ruyssen et Varenne dans un Mémoire récemment publié. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'acide sulfurique récemment chauffé à 320° et des huiles.* Note de M. E.-J. MAUMENÉ.

« L'acide récemment chauffé, sans avoir perdu la moindre trace d'eau, présente des actions très différentes, au moins quant aux dégagements de chaleur qui les accompagnent, de celles du même acide anciennement préparé. La contradiction de M. Berthelot à ce grand fait ne me paraît pas fondée.

» J'ai été conduit, ces jours derniers, à une application de la méthode d'analyse des huiles que j'ai fondée sur cette action, et qui a été confirmée par Fehling. On m'a demandé de montrer les différences qui existent entre de nombreux échantillons d'huile de lin suivant leur provenance, leur âge, etc. Les faits observés me semblent de nature à intéresser l'Académie.

» On a fait deux séries d'essais : l'une avec de l'acide ordinaire à 83°,5 (densimétriques), l'autre avec le même acide chauffé à 320°, refroidi et

employé dès son retour à la température ordinaire. On a trouvé, pour les dégagements de chaleur :

Numéros des huiles.		Acide ancien.	Acide récemment chauffé.	
		°	°	
1.	Graines de Bombay; repos de trois ans	+ 66,2	+ 148	
2.	Graines du Nord; cuisson avec un peu de litharge	+ 59,0	+ 146	
3.	Graines de Lille pures; repos de deux ans	+ 58,2	»	Solide brun vert.
4.	Graines d'Arras pures; nouvelles	+ 55,0	+ 133	
5.	Graines de Russie; repos d'un an..............	+ 55,0	+ 133	
6.	Graines mélangées nouvelles; repos de six mois ..	+ 44,0	»	Acide SO^2 notable.
7.	Graines mélangées; repos de deux ans	+ 44,0	+ 120	
8.	Graines de Russie triées; cuites sans siccatif	+ 44,0	»	
9.	Graines de Russie, triées; repos d'un an dans l'obscurité............................	+ 43,3	»	Pâteux verdâtre.
10.	Graines de Lille pures; repos d'un mois	+ 38,0	+ 112	Très filandreux.

» Chacun tirera de ces faits les conséquences utiles, mais il me sera de permis de faire les remarques suivantes :

» 1° Les résultats numériques fournis par ce procédé sont constants avec un même acide, et établissent des différences qu'aucune autre méthode ne permet de produire, à beaucoup près. On peut obtenir ces résultats avec 25^{cc} d'huile et 5^{cc} d'acide, c'est-à-dire avec la moitié des quantités que j'avais recommandées en 1852, plutôt comme exemple de la méthode que comme proportions nécessaires.

2° L'acide récemment chauffé produit des dégagements de chaleur énormément plus grands que le même acide ancien ([1]). Le fait est assez évident pour ne souffrir aucune contestation.

» L'Académie me permettra de saisir cette occasion pour maintenir, contrairement à l'assertion de M. Berthelot, ce fait que l'acide offre des différences avec l'eau comme avec les huiles, avec l'alcool, le décidène (essence de térébenthine) et beaucoup d'autres corps.

» L'influence du chauffage est très générale, sur les liquides comme sur la plupart des solides.

» Un certain nombre de résultats fournis par la Thermochimie me paraissent inexacts, parce que les auteurs ont laissé échapper ou ont méconnu cette influence. Même avec le calorimètre le plus sensible, les différences dans le dégagement de la chaleur sont celles que j'ai indiquées. »

([1]) Les chiffres du Tableau ne pourraient être obtenus directement, comme je l'ai fait connaître en 1852; ils résultent de ceux qu'on trouve dans un mélange avec l'olive.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un moyen nouveau d'analyse des huiles.* Note de M. E.-J. MAUMENÉ.

« Ce moyen consiste à traiter une quantité mesurée d'huile par une quantité mesurée d'une solution aqueuse d'alcali caustique titrée. Je l'ai indiqué il y a longtemps (¹), sans citer des nombres à l'appui. J'ai profité de l'occasion qui s'offrait, d'une comparaison entre les variétés d'une même huile. Voici les résultats obtenus :

» 10^{cc} d'huile, mesurés avec une pipette, ont été chauffés au bain d'eau bouillante pendant une heure, avec 20^{cc} d'une solution de potasse qui neutralisaient 123^{cc} d'acide sulfurique à 98^{gr},00 = 1000^{cc}. Au bout de ce temps de chauffage, les huiles de lin, citées dans la Note précédente, ont toutes donné un gâteau de savon solide ou très ferme à chaud, toujours solide à froid, par conséquent facile à séparer par simple égouttage. La solution alcaline est attaquée très différemment. Elle neutralisait encore et seulement (au lieu de 123^{cc}) :

Numéros.	cc
4	93,6
1	105,0
2	84,7
7	76,4
8	77,1
10	72,3

» La discussion de ces résultats ne peut trouver place ici; mon but est seulement de montrer que la saponification, facile à réaliser, donne un moyen de contrôle qui peut être utile pour résoudre la question si délicate et si pleine de difficultés des analyses d'huile. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation de l'oxyde de nickel et de l'oxyde de cobalt.* Note de M. G. DELVAUX.

« Un grand nombre de procédés ont été proposés pour la séparation de l'oxyde de nickel et de l'oxyde de cobalt. Dans des mains exercées, tous ces procédés peuvent donner de bons résultats; mais les manipulations

(¹) *Dictionnaire de Chimie industrielle*, t. II, p. 459.

sont longues et délicates, et généralement deux chimistes, opérant sur les mêmes matières, arrivent à des résultats ne concordant pas entre eux.

» Nous allons décrire un mode de séparation de ces deux métaux, dérivant de deux procédés connus, et dont l'emploi permettra le dosage exact des deux oxydes et la préparation des deux métaux purs.

» Les deux procédés qui nous ont mis sur la voie de celui que nous proposons sont :

» 1° Celui de M. Pisani : emploi de la potasse caustique en présence d'une liqueur ammoniacale dans laquelle sont dissous les deux oxydes et à l'abri du contact de l'air (circonstance difficile à obtenir). L'oxyde de nickel seul se précipite en totalité, mais il entraîne toujours plus ou moins d'oxyde de cobalt.

» 2° Celui de M. Terreil : précipitation du cobalt dans une liqueur acide, à l'état de chlorhydrate de roséocobaltiaque. L'oxyde de cobalt a été suroxydé au moyen du permanganate de potasse.

» Nous supposerons que, par les méthodes connues, on ait obtenu les deux corps, cobalt et nickel, soit à l'état d'oxydes purs, soit à l'état de sulfures purs, débarrassés des matières étrangères contenues dans les substances qui les renfermaient.

» On dissout les deux oxydes, ou les deux sulfures, dans une eau régale très chlorhydrique. On étend de beaucoup d'eau et on sature par de l'ammoniaque en excès. On ajoute alors du permanganate de potasse, jusqu'à ce que la solution reste rose pendant quelque temps. La liqueur est additionnée de potasse caustique pure. Le nickel se précipite à l'état d'oxyde hydraté, entraînant l'oxyde de manganèse du permanganate en excès. On lave par décantation, on filtre. Il est nécessaire de redissoudre le précipité d'oxyde de nickel et d'oxyde de manganèse dans l'acide chlorhydrique; on traite cette nouvelle liqueur par l'ammoniaque, le permanganate et la potasse caustique. On réunit les eaux de lavage, qui renferment tout le cobalt; on sature par l'acide acétique et on précipite par l'hydrogène sulfuré.

» Le mélange d'oxyde de nickel et d'oxyde de manganèse est redissous dans l'acide chlorhydrique, et la solution est saturée par l'ammoniaque. On laisse pendant quelque temps la dissolution au contact de l'air : l'oxyde de manganèse se précipite peu à peu en totalité. On filtre, et l'oxyde de nickel est précipité de sa solution ammoniacale, saturée par l'acide acétique, au moyen de l'hydrogène sulfuré.

» Cette méthode est longue, surtout lorsqu'on opère sur de l'oxyde

de nickel renfermant peu de cobalt; mais elle nous a donné d'excellents résultats et nous a permis de constater la présence du cobalt, même en proportions minimes, dans des minerais de nickel qui, d'après des analyses antérieures, n'en renfermaient pas (notamment dans les minerais de la Nouvelle-Calédonie).

» Il est probable qu'après la réaction du permanganate de potasse il s'est formé un sel de roséocobaltiaque, dont la base, déplacée par la potasse caustique, est très soluble dans l'ammoniaque.

» Lorsqu'on veut doser l'oxyde de nickel et l'oxyde de cobalt après la séparation de ces deux corps par le procédé que nous venons de décrire, il faut s'assurer si les deux sulfures obtenus renferment de la silice, de l'alumine, des alcalis, etc., corps apportés par les réactifs employés.

» Le procédé est industriel, c'est-à-dire qu'on peut l'employer en grand pour obtenir le nickel complètement exempt de cobalt. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un procédé de fabrication industrielle du carbonate de potasse.* Note de M. R. Engel, présentée par M. Wurtz.

« Le chlorure de potassium peut être transformé directement en carbonate de la manière suivante :

» On ajoute de la magnésie ou du carbonate de magnésie à une dissolution aqueuse de chlorure de potassium, et l'on agite le mélange en présence d'acide carbonique. Il se forme, dans ces conditions, du bicarbonate de magnésie, qui entre en solution, réagit sur le chlorure de potassium et en précipite le potassium sous forme de carbonate double de magnésie et de potasse. Ce précipité est cristallin et se sépare vite et nettement des eaux mères.

» La réaction a lieu d'après la formule

$$3MgCO^3 + 2KCl + CO^2 = 2(MgCO^3 + CO^3HK) + MgCl^2.$$

» Ce sel, étudié déjà par Berzélius et par M. H. Sainte-Claire Deville, n'avait été obtenu jusqu'ici qu'en traitant la solution d'un sel de magnésie par du bicarbonate de potasse.

» Pour retirer de ce sel le carbonate de potasse, il suffit de le chauffer à sec ou en présence de l'eau. De l'acide carbonique se dégage, et le sel double se décompose en carbonate de potasse et en carbonate de magnésie, qu'on sépare par l'eau :

$$2(MgCO^3 + CO^3HK) = 2MgCO^3 + CO^3K^2 + H^2O + CO^2.$$

» Le carbonate de magnésie provenant de cette décomposition sert à une nouvelle opération.

» La magnésie qui sert aux opérations en grand provient des gisements de carbonate de magnésie de l'île d'Eubé. Par calcination dans un courant de vapeur d'eau on obtient de l'acide carbonique très pur, qu'on utilise ainsi que celui qui provient de la décomposition du carbonate double et de la magnésie, facile à réduire en poudre et qui, dans cet état, se dissout aisément dans l'acide carbonique.

» La totalité du chlorure de potassium ne paraît pas pouvoir être transformée en carbonate, d'après les expériences faites jusqu'ici.

» Mais il est facile de ne pas perdre le chlorure non décomposé. Les eaux mères renferment, en effet, du chlorure de magnésium en excès et du chlorure de potassium non décomposé. Par évaporation, il se forme de la carnallite ou un dépôt de chlorure de potassium, suivant les conditions dans lesquelles on opère.

» Le produit accessoire de la fabrication, le chlorure de magnésium, a lui-même une certaine valeur ou peut servir à régénérer la magnésie par calcination en présence de l'eau. Le bas prix du carbonate de magnésie de l'île d'Eubé permet même de ne pas l'utiliser.

» Ce procédé, breveté, est aujourd'hui l'objet d'études en grand dans une usine d'essai, à Montpellier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés complexes du soufre et de l'azote.* Note de M. Eug. Demarçay, présentée par M. Cahours.

« Par l'action du chlorure de soufre S^2Cl^2 sur le sulfure d'azote à chaud il se forme, ainsi que je l'ai fait voir, le chlorure d'un radical particulier (S^4Az^3Cl). Il en est de même à froid si le chlorure de soufre agit sur la solution du sulfure d'azote dans le chloroforme. Dans ce cas, la substance se dépose à l'état de cristaux comparativement volumineux. Au contraire, si le chlorure de soufre froid est mis en contact avec le sulfure d'azote solide, la liqueur devient d'un brun foncé par l'agitation et laisse déposer une poudre cristalline légère d'un noir intense, à reflets verts métalliques, qui, écrasée sur du papier, laisse une trace d'un rouge carmin intense. Cette substance, que je désignerai sous le nom de *bichlorure de dithiotétrathiazyle,* lavée au chloroforme et séchée dans un courant d'air sec, se représente par la formule

$$S^6Az^4Cl^2 = 2S^2Az^2 + S^2Cl^2.$$

Elle se comporte comme le chlorure d'un radical assez peu stable. Traitée par l'acide sulfurique, elle dégage de l'acide chlorhydrique en abondance et donne une solution limpide d'un brun rougeâtre foncé, qui se conserve plusieurs heures sans altération si elle n'est pas trop concentrée. Je n'ai pu néanmoins isoler le sulfate qui s'y trouve contenu. La moindre chaleur paraît le décomposer. Ce composé est de même très violemment oxydé par l'acide azotique. L'eau le dissout partiellement en donnant une solution d'un jaune brun qui finit par se décomposer en se troublant; versée dans cette solution, l'ammoniaque la rend limpide et la fait passer pendant quelques minutes par une belle teinte violette.

» La chaleur détruit également ce bichlorure suivant l'équation

$$3S^6Az^4Cl^2 = 4S^4Az^3Cl + S^2Cl^2.$$

» Si l'on ajoute du chlorure de thiazyle ($SAzCl$) à du chlorure de soufre (S^2Cl^2) et qu'on agite le mélange pour accélérer la dissolution, il se produit une liqueur limpide qui brunit bientôt et laisse déposer des cristaux d'un jaune un peu brunâtre, parfois assez volumineux. Ces cristaux, que j'avais considérés à tort comme un chlorure double, répondent à la formule

$$S^3Az^2Cl^2.$$

Ils prennent naissance d'après l'équation

$$4SAzCl + S^2Cl^2 = Cl^2 + 2S^3Az^2Cl^2.$$

» Je désignerai ce corps sous le nom de *bichlorure de thiodithiazyle*. Il avait déjà été obtenu par Fordos et Gélis dans l'action du sulfure d'azote sur le prétendu bichlorure de soufre

» Ce chlorure, traité par l'acide sulfurique, dégage de l'acide chlorhydrique et donne une solution d'un rouge vif, rappelant le bichromate de potasse. Le sulfate contenu dans cette solution s'altère malheureusement trop aisément pour qu'on puisse le séparer de l'excès d'acide sulfurique. L'eau donne avec lui un composé noir ($S^3Az^2O^2$), légèrement soluble dans cet agent avec une coloration jaune citron. L'ammoniaque la fait passer d'une manière fugitive par une teinte safranée. Le composé noir qui se forme aussi à la surface des cristaux jaunes dès qu'on les expose à l'air, étant écrasé sur du papier, laisse une trace d'un rouge violacé. Soumis à l'action du chlore, ce chlorure régénère du chlorure de thiazyle.

» Soumis à une température de 100°, il se décompose. Suivant Fordos et

Gélis, il se formerait deux composés, l'un de couleur rouge sublimable à 100° sans altération, de composition exprimée par la formule $SAzSCl^2$, qui n'aurait pas été analysé, l'autre restant comme résidu, $S^3Az^3SCl^2$, qui l'aurait été, mais dont les analyses sont peu satisfaisantes. En réalité, la décomposition est très complexe. Il se dégage du chlore, du chlorure de thiazyle, le composé rouge; et enfin le résidu, si l'on a continué l'action suffisamment longtemps, répond bien à la description de Fordos et Gélis, mais n'est autre que du chlorure de thiotrithiazyle à l'état de pureté. Ce corps est de beaucoup le plus abondant dans la réaction. Le corps rouge, qui est en très petite quantité, paraît être simplement le sous-chlorure

$$(SAz)^3Cl,$$

que j'ai eu l'occasion de signaler précédemment. Ce composé se forme surtou facilement lorsque l'on chauffe un mélange de sulfure d'azote et de chlorure de thiazyle; mais, pour l'isoler, il est nécessaire de faire bouillir ce mélange avec de petites quantités de chloroforme, qui le dépose à froid. Je n'ai pu l'obtenir avec une composition constante. Dans la majorité des cas, sa composition répondait à la formule ci-dessus énoncée, mais d'autres fois elle variait beaucoup. Aussi je n'ose affirmer rien de précis sur ce qui le concerne. Il est très difficile de le préparer exempt de chlorure de thiazyle et de sulfure d'azote; de plus, le chloroforme et les autres dissolvants paraissent l'altérer. Ce sont là les causes qui m'engagent à renoncer à l'étudier. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le goudron de liège.* Note de M. L. **Bordet**, présentée par M. Peligot.

« Depuis quelque temps on prépare du gaz d'éclairage en soumettant à la distillation en vases clos les déchets de liège obtenus dans la fabrication des bouchons. Le promoteur de cette nouvelle industrie, M. Combe d'Alma, ayant mis à ma disposition une certaine quantité des sous-produits liquides que l'on obtient dans cette opération, j'ai pu en faire un examen assez approfondi.

» Ces sous-produits se séparent en deux couches : l'une aqueuse, à réaction faiblement acide; l'autre constituée par un goudron rouge brun foncé, très fluide.

» Le liquide aqueux présente la plus grande analogie avec celui qu'on obtient dans la distillation du bois, c'est-à-dire qu'il renferme comme

éléments principaux de l'acide acétique et de l'alcool méthylique; mais il contient, de plus, une proportion très considérable d'ammoniaque, qui neutralise à peu près complètement l'acide. Comme éléments accessoires, j'ai reconnu la présence de l'acide cyanhydrique en proportion notable, des homologues supérieurs de l'acide acétique, parmi lesquels semble dominer l'acide propionique, et enfin d'une petite quantité de méthylamine.

» Le goudron est un peu plus dense que l'eau; son odeur est particulière, beaucoup plus aromatique que celle du goudron de houille. Par le repos, il se débarrasse de l'eau à peu près entièrement, de sorte que sa distillation est très facile. Elle m'a donné les résultats suivants:

Huile légère recueillie jusqu'à 210°	27
Huile lourde, brune, plus dense que l'eau	27
Huile à fluorescence verte	11
Brai sec et pertes	35
	100

» Les portions les moins volatiles de l'huile légère, exposées au froid, abandonnent beaucoup de naphtaline; cette huile, traitée par la soude, n'éprouve qu'une faible diminution de volume; l'acide sulfurique n'exerce sur elle que peu d'action et ne lui enlève presque rien. Après ces traitements, elle est constituée par un mélange de carbures aromatiques. La benzine et le toluène y sont surtout très abondants. D'après les résultats que j'ai obtenus par une suite de distillations fractionnées, je crois pouvoir évaluer la richesse du goudron de liége en benzine pure à, au moins, 4 pour 100 et en toluène à 3 pour 100 environ. Ces nombres sont bien supérieurs à ceux que donne le goudron de houille.

» L'huile lourde, traitée par la soude, ne fournit qu'une faible quantité de phénols; ces corps sont donc, dans le goudron de liége, moins abondants que dans le goudron de houille, et surtout que dans le goudron de bois.

» Enfin, l'huile à fluorescence verte que l'on obtient en poussant la distillation du goudron jusqu'à une température supérieure au point d'ébullition du mercure est, comme la portion correspondante du goudron de houille, caractérisée par la présence de l'anthracène. J'ai pu en extraire une quantité notable de ce carbure à l'état de pureté.

» L'ensemble de ces résultats fait voir que, abstraction faite des gaz, la distillation du liége donne des produits analogues à la fois à ceux que

fournit la distillation de la houille et à ceux qu'on obtient en distillant les bois durs, tels que le chêne ou le hêtre.

» Le liège donne en effet, comme le bois, de l'acide acétique et de l'alcool méthylique, mais il ne fournit pas les séries remarquables de corps phénoliques et kétoniques qui caractérisent le goudron de bois. Il donne d'ailleurs, comme la houille, de l'ammoniaque et des hydrocarbures.

» Ces analogies et ces différences se comprennent facilement si l'on considère la composition élémentaire des trois substances, bois, liège, houille, dont on compare les produits de décomposition pyrogénée.

» On sait en effet, d'après les analyses connues, que le liège renferme beaucoup plus d'hydrogène que la houille et beaucoup moins d'oxygène que le bois. Cette double circonstance explique pourquoi le goudron de liège contient plus d'hydrocarbures que le goudron de houille et moins de corps oxygénés que le goudron de bois.

» La teneur du liège en oxygène, comparée à celle de la houille, est encore très considérable; cela explique la présence de l'acide acétique dans le goudron de liège, mais, en même temps, cela conduit à rechercher pourquoi les corps oxygénés y sont si peu abondants. Il faut, en effet, tenir compte d'une autre circonstance.

» Le bois est distillé, dans l'industrie, à 400° ou 500°; cette température, relativement basse, est extrêmement favorable pour la production de corps oxygénés à molécule compliquée, comme les phénols polyatomiques et les kétones. Le liège, au contraire, a été jusqu'ici distillé dans les mêmes conditions que la houille, c'est-à-dire vers 900° ou 1000°. A cette température, ce sont surtout des hydrocarbures qui peuvent subsister. Aussi voit-on le goudron de liège s'éloigner beaucoup du goudron de bois par sa teneur en corps oxygénés.

» Telles sont les causes qui interviennent pour donner aux produits de la distillation du liège la composition générale qui ressort des résultats analytiques résumés ci-dessus. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation de l'urée.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note communiquée à l'Académie (séance du 28 février 1881), nous avions énoncé ce fait, que la muqueuse stomacale des chiens morts d'urémie transforme rapidement l'urée en carbonate d'ammoniaque (à une

température de 35°). En poursuivant cette étude, nous avons constaté que l'estomac de divers chiens, morts de toute autre manière, a absolument le même effet. Des estomacs d'hommes, de lapins, développent aussi très bien la fermentation ammoniacale de l'urée pure.

» Il est probable que cette fermentation est due à un ferment organisé, la *torula*, décrite par M. Pasteur et M. Van Tieghem, qui, se développant dans un milieu albuminoïde, décompose l'urée. Si la solution d'urée est très concentrée (100gr par litre), il n'y a pas de putréfaction, et l'on n'observe que la fermentation ammoniacale très régulière.

» Les autres tissus organisés ont une action analogue sur la fermentation. Un fragment de tissu musculaire, placé, sans qu'on prenne soin d'introduire ou d'éliminer les germes, dans une solution d'urée, la fait fermenter; mais, si le muscle est broyé ou si l'urée est peu concentrée, ce sont les bactéries de la putréfaction qui prennent naissance, et il n'y a presque pas de formation d'ammoniaque.

» En cultivant ce ferment organisé, on voit qu'il ne se développe bien que s'il se trouve des matières albuminoïdes en solution. C'est ce qui explique peut-être qu'il n'y a guère de fermentation ammoniacale de l'urine que lorsqu'il y a des inflammations de la vessie, de manière qu'il y ait du mucus ou de l'albumine dans cette urine.

» Il n'est pas douteux que cette fermentation de l'urée n'ait lieu dans l'estomac des animaux vivants, quand, par suite de l'exosmose de l'urée, cette substance se trouve dans les liquides gastriques. Par conséquent, la formation de l'ammoniaque dans l'urémie semble due à la fermentation intra-stomacale de l'urée par des organismes microscopiques (1). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Propriétés physiologiques et thérapeutiques de la cédrine et de la valdivine.* Note de MM. **Dujardin-Beaumetz** et **A. Restrepo**, présentée par M. Vulpian.

« Au mois de décembre dernier, M. Tanret communiquait à l'Académie les résultats de l'analyse de deux fruits de la Colombie, le cédron (*Simaba cedron* J.-E. Pl.) et le valdivia (*Picrolemna valdivia*, G. Pl.), souvent confondus sous le nom de *noix de cédron*; M. Tanret donna le nom de *cédrine* et de *valdivine* aux principes actifs retirés par lui de ces fruits. Nous avons

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

étudié chez les animaux et chez l'homme l'action physiologique et thérapeutique de ces deux substances, et voici les résultats de nos expériences.

» La valdivine possède des propriétés toxiques au plus haut degré; à la dose de $0^{gr},002$ à $0^{gr},004$, en injection hypodermique, elle détermine la mort d'un lapin de 2^{kg}, et celle d'un chien de taille au-dessus de la moyenne à la dose de $0^{gr},006$. La caractéristique de son action est la lenteur avec laquelle elle se produit; en effet, la mort n'a lieu que de cinq à dix heures après l'injection, même si la dose injectée est plusieurs fois mortelle. Chez les chiens, la valdivine provoque des vomissements violents, presque continus; les lapins ne vomissent pas, mais quatre ou cinq heures après l'injection ils tombent dans un état de profonde torpeur, qui persiste jusqu'à la mort, mort qui survient lentement et n'est point précédée de convulsions.

» Chez l'homme, par la voie stomacale, la valdivine, à la dose de $0^{gr},004$, provoque souvent des vomissements au bout d'une demi-heure; par la voie hypodermique, cette action est plus lente et moins constante. Administrée contre les morsures de serpent et contre les inoculations de rage, la valdivine n'a jamais empêché la terminaison fatale. Cependant M. Nocard, qui l'a expérimentée à Alfort sur des chiens enragés, à la dose de $0^{gr},004$ par jour, a observé d'une manière constante la suppression complète des accès. Les animaux soumis à ce traitement restent insensibles à tout ce qui se passe autour d'eux et meurent sans avoir eu de convulsions. A l'autopsie, on constate une congestion beaucoup moins vive des organes génitaux que chez les animaux enragés non traités.

» La valdivine ne paraît avoir aucune action sur les fièvres intermittentes.

» La cédrine est beaucoup moins toxique que la valdivine; il en faut environ $0^{gr},010$ pour déterminer la mort d'un lapin de petite taille; à la dose de $0^{gr},004$ en injection hypodermique, elle produit des vertiges chez l'homme. Pas plus que la valdivine, la cédrine n'a d'action sur les morsures de serpent; toutefois elle possède des propriétés fébrifuges incontestables, quoique son action soit plus lente et moins sûre que celle du sulfate de quinine.

» La valdivine et la cédrine ne produisent pas sur les grenouilles, même à doses élevées, des phénomènes toxiques.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur quelques expériences relatives à l'action physiologique de l'*Erythrina corallodendron (¹). Note de MM. **Bochefontaine** et **Ph. Rey**, présentée par M. Vulpian.

« L'*Erythrina corallodendron*, ou *mulungú*, est un grand arbre de la famille des Légumineuses (Papillionacées); il croît dans le nord du Brésil où son écorce est vulgairement employée comme calmant et hypnotique, sous forme de décoction, de teinture et d'extrait.

» M. Ph. Rey ayant rapporté du Brésil un morceau d'écorce de mulungú avec un échantillon d'extrait, nous avons tout d'abord recherché si la décoction d'écorce ou la solution aqueuse et filtrée d'extrait, traitées par les réactifs de MM. Bouchardat, Valser, etc., donneraient les précipités caractéristiques de la présence d'un alcaloïde. Le résultat a été positif.

» Dans diverses expériences sur des Batraciens et des Mammifères, nous avons ensuite essayé de reconnaître si l'écorce du mulungú possède une action physiologique déterminée.

» Nous ne parlerons ici que des phénomènes observés chez les chiens soumis à l'influence du liquide provenant de la filtration de l'extrait dissous dans l'eau. On avait préalablement constaté que la décoction ou macération d'écorce produit les mêmes modifications physiologiques que l'extrait brut ou filtré. Le liquide a dû être introduit par les veines, le peu d'extrait qui restait à notre disposition ne permettant pas de procéder autrement. Nous savons d'ailleurs que l'action locale du liquide injecté est nulle ou insignifiante.

» Si l'on injecte dans une veine saphène, vers le cœur, le liquide limpide provenant de la filtration de 2^{gr} d'extrait dissous dans l'eau, on voit, au bout de quelques minutes, apparaître un léger frisson général, intermittent, dont les accès se rapprochent en même temps qu'ils augmentent d'intensité, et auquel ne tardent pas à succéder de l'abattement et de la faiblesse. L'animal fléchit en marchant, et il ne parvient à se tenir sur ses quatre membres qu'à la condition de les écarter les uns des autres, afin d'agrandir sa base de sustentation; il reste dans cette attitude, abaissant peu à peu la tête jusqu'à ce que son nez vienne heurter le sol. Il tressaute alors, sort en partie de sa somnolence, et, la tête toujours basse, il se dirige lentement, en chancelant, vers un angle obscur où il s'affaisse comme pour dormir. Un instant après, il se relève spontanément, mais avec peine, piétine en oscillant sur ses quatre membres, fait des efforts de défécation et vomit. Il commence à uriner goutte à goutte;

(¹) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

puis, redevenu calme, abattu, il va de nouveau se laisser tomber dans un coin où il demeure immobile, profondément engourdi. Il n'a pas cependant perdu complètement la motilité, et sa sensibilité n'est pas absolument éteinte, car si on le pince, si on le déplace, il pousse des gémissements plaintifs, fait quelques efforts impuissants pour se relever et retombe dans l'immobilité.

» Avant l'injection intra-veineuse, on comptait par minute cent vingt battements du cœur, on n'en trouve plus que quatre-vingts lorsque l'animal est dans la période de l'empoisonnement, et la température centrale s'est abaissée de 2° environ.

» Cet état de torpeur persiste pendant sept ou huit heures, l'urine continuant à sortir goutte à goutte par l'extrémité préputiale.

» Si l'animal est jeune ou peu robuste, il succombe au bout de ce temps sans sortir de l'engourdissement; dans le cas où il est adulte et vigoureux, la prostration décroît à partir de cette période, mais elle décroît progressivement, lentement, de sorte que, un, deux et même trois jours après l'intoxication, il existe encore de la faiblesse, de la lenteur dans les mouvements de l'animal.

» L'ensemble de ces phénomènes d'une part, et d'autre part la persistance de l'excito-motricité nerveuse et de la contractilité musculaire, conduisent à conclure que l'*Erythrina corallodendron* agit sur le système nerveux central pour en diminuer ou abolir le fonctionnement normal.

» L'écorce d'*Erythrina corallodendron* possède donc les propriétés calmantes qui lui sont attribuées au Brésil, et elle les doit sans doute à l'alcaloïde qu'elle contient, et que l'on peut désigner sous le nom d'*érythrine*. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les lésions des os, dans l'ataxie locomotrice.* Note de M. R. Blanchard, présentée par M. Vulpian.

« Les cliniciens ont reconnu que, dans l'ataxie locomotrice progressive, les os peuvent être le siège de deux phénomènes pathologiques bien distincts : on peut observer ou bien des fractures dites spontanées, siégeant vers le milieu de la diaphyse des os longs, ou bien de l'usure des épiphyses. On tend à admettre actuellement que ces deux ordres de phénomènes ne se rencontrent jamais sur un même malade et qu'ils s'excluent mutuellement.

» Quelles sont les modifications chimiques ou anatomiques de la constitution intime de la substance osseuse dans le cas de fractures spontanées ou d'usure des épiphyses?

» M. P. Regnard s'est occupé déjà de la partie chimique de la ques-

tion ([1]), et il a fait voir que, dans les cas d'arthropathie des ataxiques, l'os renferme beaucoup plus de graisse et beaucoup moins de phosphate de chaux qu'à l'état normal; l'osséine, les carbonates et les chlorures demeurent normaux.

» Il restait donc à étudier les modifications anatomiques survenues dans la substance osseuse au cours de la maladie : c'est ce que j'ai pu faire sur des pièces qu'ont bien voulu mettre à ma disposition MM. Charcot et Debove.

» Si l'on examine une coupe transversale pratiquée sur un os non décalcifié à l'aide des procédés ordinaires, on constate au premier abord que les canaux de Havers sont considérablement dilatés; il y a donc résorption du tissu osseux au pourtour de ces canaux. Cette raréfaction de la substance osseuse ne marche pas toujours avec une égale rapidité sur toute la circonférence d'un même canal, mais il arrive au contraire fréquemment que l'érosion progresse plus vite en un certain point; si, dans le système de Havers voisin, le canal est le siège d'un processus analogue, il peut se faire que les deux canaux se rencontrent, et on les voit alors communiquer l'un avec l'autre, non point au moyen d'une anastomose normale, mais par une lacune pathologiquement creusée au sein du tissu osseux.

» Le processus de résorption de la substance osseuse est d'autant plus actif que les canaux qui en sont le siège sont eux-mêmes plus rapprochés du canal médullaire central. Les canaux de Havers les plus élargis se montrent donc au voisinage immédiat du canal médullaire ; en ce point, ils peuvent atteindre jusqu'à 500^{μ} de diamètre; ce ne sont plus alors, à proprement parler, des canaux de Havers, en ce sens que les couches concentriques de tissu osseux qui composaient primitivement leur système ont complètement disparu par résorption, et l'on n'a plus affaire qu'à une sorte de vaste lacune, creusée au milieu des systèmes de Havers environnants et parfois séparée de la cavité centrale de l'os par une lamelle de substance osseuse extrêmement mince. On conçoit que, le travail de résorption portant sur cette lamelle, celle-ci disparaisse bientôt, et alors la cavité centrale, venant à communiquer largement avec la lacune, se trouve élargie d'autant. C'est par ce processus qu'il faut s'expliquer le travail d'amincissement progressif que présentent les os longs dans l'ataxie locomotrice.

» La résorption, avons-nous dit, est d'autant plus accentuée qu'elle

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, n° 24, p. 1041; 15 décembre 1879.

porte sur des systèmes de Havers plus rapprochés du centre de l'os. On trouve tous les intermédiaires entre l'état normal et l'extrême dilatation des canaux de Havers que nous avons signalée au voisinage même du canal central de l'os. Si, par exemple, on examine une coupe transversale vers le milieu de son épaisseur, on trouvera des canaux de Havers de dimensions fort variables, mais dont la plupart présenteront un diamètre oscillant entre 100^{μ} et 250^{μ}; dans les cas de ce genre, les systèmes de Havers ne sont plus représentés que par deux ou trois lamelles concentriques, plus ou moins régulièrement érodées. Ces canaux, comme on le voit, présentent un diamètre notablement plus grand qu'à l'état normal; on sait, en effet, que leur diamètre normal est de 30^{μ} à 60^{μ}.

» Dans les os d'ataxiques examinés à l'état frais, on voit que tous ces canaux élargis sont remplis de graisse : c'est là sans doute ce qui explique en partie l'observation faite par M. Regnard d'une quantité considérable de graisse, au cours de ses analyses chimiques.

» On sait que l'os normal et non décalcifié ne se colore pas si on le plonge, même pendant plusieurs heures, dans le picrocarminate d'ammoniaque ou dans tout autre réactif colorant. Or, si l'on fait subir à un os d'ataxique la même préparation, on constate que les systèmes de Havers sur lesquels porte la lésion ont pris une coloration rouge plus ou moins intense, le reste de la coupe demeurant incolore. Comme on le sait, l'os décalcifié présente seul ce caractère de fixer les matières colorantes. Dans le cas spécial qui nous occupe, c'est donc que les matières inorganiques ont diminué dans les systèmes de Havers qui se colorent. Cette observation est entièrement d'accord avec la diminution, notée par M. Regnard, de la quantité proportionnelle des phosphates.

» A côté de ces systèmes dont le canal est élargi, on en observe d'autres dont le canal se présente avec l'apparence normale, mais qui fixent cependant les réactifs colorants. On peut dire que, dans ce cas, on a affaire à des systèmes de Havers que vient d'atteindre la lésion, et l'on peut prévoir que les canaux placés au centre de ces systèmes n'auraient pas tardé à s'élargir, par le fait de la résorption des lamelles les plus proches du centre. Cette observation montre enfin que la lésion débute par une disparition de certains sels calcaires et que l'érosion du système de Havers est un phénomène secondaire.

» Sur des os où la lésion est arrivée à son maximum, les canaux de Havers les plus voisins de la périphérie s'élargissent eux-mêmes et viennent s'ouvrir au dehors par de vastes lacunes qui donnent à la surface de l'os un aspect dentelé et déchiqueté.

» Ces lésions se retrouvent aussi bien dans les cas d'usure des épiphyses que dans ceux de fractures spontanées; l'Anatomie pathologique semble donc être ici en désaccord avec la Clinique, car les observations cliniques faisaient jusqu'à un certain point pressentir que les lésions devaient être différentes dans ces deux formes, cliniquement bien distinctes. Voyons si ce désaccord apparent ne pourrait pas s'expliquer de quelque manière et si l'on ne pourrait pas donner de l'exclusion réciproque des fractures spontanées et de l'arthropathie une explication satisfaisante.

» Tout d'abord on admettra facilement que dans l'os, de même que dans tout autre organe, le travail pathologique peut être plus actif en un certain point que dans le reste de l'organe. Que la lésion débute ou marche plus vite au niveau des épiphyses qu'au niveau du corps de l'os, on aura l'usure des extrémités, et, dans ce cas, il est très facile de concevoir pourquoi on ne rencontre point de fractures de la diaphyse. Quand l'arthropathie est établie, on peut bien encore imprimer des mouvements aux membres du malade, mais celui-ci est dans l'impossibilité de les mouvoir lui-même, et, par conséquent, il ne peut s'en servir d'une façon utile : les fractures ne peuvent donc se produire, bien que, dans la diaphyse, la substance osseuse soit raréfiée et que l'os ait, par suite de son amincissement, considérablement perdu de sa solidité. Si au contraire la lésion débute ou marche plus vite au niveau de la diaphyse, les articulations demeurent relativement saines, le malade peut encore se mouvoir : de là les fractures dites spontanées.

» Nous venons de voir pourquoi il n'y a pas de fractures dans les cas d'arthropathie; l'explication doit sembler satisfaisante, et elle est d'accord avec les observations cliniques. Mais les cliniciens admettent que, inversement, les fractures spontanées ne coïncident jamais avec l'usure des épiphyses. Nous ne comprenons pas cette exclusion, de par l'Anatomie pathologique, et nous pensons qu'il y a lieu de faire à cet égard des observations nouvelles : peut-être verra-t-on alors l'usure des épiphyses se produire postérieurement aux fractures. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la présence de la trichine dans le tissu adipeux.* Note de M. **J. Chatin**, présentée par M. Bouley.

« Tous les auteurs représentent la trichine comme *spéciale au système musculaire* et s'accordent à signaler son absence dans le tissu adipeux, qui posséderait à cet égard une immunité absolue.

» Au cours de mes précédentes études sur les viandes trichinées, j'avais observé un fait qui semblait peu favorable à cette localisation constante de la trichine dans les masses contractiles; en effet, si les kystes se montraient le plus souvent au milieu des fibres musculaires qui les entouraient de toutes parts, ils apparaissaient également sur les confins des cloisons adipeuses ou se trouvaient même complètement plongés dans leur épaisseur.

» Ces variations dans l'habitat du nématode atténuaient notablement la rigueur de la doctrine classique; pour achever d'apprécier l'exacte valeur de celle-ci, une question restait à examiner : l'helminthe n'existerait-il que dans les lamelles adipeuses interposées aux faisceaux musculaires [1], ou se trouverait-il également dans les masses de graisse qui, par leur développement et leur situation, peuvent revendiquer une réelle autonomie? La solution devait être cherchée par deux voies, que j'ai successivement suivies.

» *a*. Des fragments de lard détachés de salaisons trichinées (lard de poitrine) furent, après durcissement, examinés en coupes minces sous un grossissement de $\frac{120}{1}$. La plupart des préparations ne présentèrent nulle trace du parasite; sur quelques-unes, au contraire, les trichines apparurent, nettement caractérisées, n'offrant aucune altération appréciable, mais se montrant non enkystées et à peine adhérentes au tissu ambiant [2], ainsi qu'on les observe dans les muscles des animaux qui meurent durant la première période de la phase musculaire de la trichinose.

» *b*. Des morceaux de ce même lard, choisis loin de toute masse musculaire, furent traités par l'éther et le sulfure de carbone; le résidu, examiné sous le grossissement précédemment indiqué, montra plusieurs trichines, dont quelques-unes étaient enkystées.

» La présence des trichines dans le tissu adipeux ne saurait donc être désormais contestée. Le fait est intéressant pour l'histoire naturelle de l'helminthe et peut-être aussi pour la prophylaxie de la trichinose. Il con-

---

(1) J'ai à peine besoin de rappeler qu'il s'agit ici des lamelles adipeuses existant normalement entre les faisceaux musculaires, et nullement des collections graisseuses qui peuvent apparaître secondairement dans le voisinage des kystes.

(2) Peut-être même cette particularité indique-t-elle que le porc a été abattu peu de temps après la migration et la dissémination des larves, hypothèse d'autant plus admissible, que les kystes innombrables qui se trouvaient dans la partie musculaire du lard s'y montraient à l'état absolu d'intégrité fonctionnelle, n'offrant aucun indice de crétification ou d'altération granuleuse.

vient toutefois de remarquer l'état qui caractérise la plupart des vers observés dans la graisse : presque toujours ils se montrent libres ou à peine fixés aux éléments voisins; on pourrait donc les regarder comme des nématodes n'ayant pu atteindre encore leur station normale, si la présence de trichines enkystées ne venait démontrer la possibilité pour ces parasites d'accomplir, dans ce milieu, la période stagiaire de leur existence. Je crois même que l'étude des trichines enkystées dans la substance grasse pourra contribuer à élucider le mode de constitution du kyste, question qui divise actuellement les helminthologistes.

» Tels sont les résultats fournis par l'observation; quant aux faits expérimentaux, je me borne à mentionner que les animaux dans l'alimentation desquels j'ai fait entrer ces lards n'ont encore offert aucun phénomène morbide, tandis que les sujets de la même espèce nourris avec la partie musculaire des mêmes quartiers ont présenté les symptômes caractéristiques de la trichinose intestinale, à laquelle quatre d'entre eux ont déjà succombé. Il semble donc que l'action nocive des lards trichinés soit assez faible; mais, certains faits commandant sur ce point une extrême réserve, il est indispensable de poursuivre les recherches et de multiplier les expériences. Dans tous les cas, la présence des trichines, et surtout des trichines enkystées, dans le tissu adipeux, impose dès maintenant l'obligation d'examiner les viandes suspectes dans leur substance grasse comme dans leurs parties musculaires. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'état virulent du fœtus, chez la brebis morte du charbon symptomatique.* Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. Bouley.

« En 1857, Braüell, de Dorpat, a constaté que le sang d'un embryon dont la mère est morte du charbon ne transmet pas la maladie (*Virchow's Archiv*). Sept ans plus tard (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LIX, p. 393; 1864), M. Davaine a observé sur deux cobayes qui portaient chacun deux fœtus à terme, au moment où il les a inoculés du charbon, que le sang de ces fœtus était tout à fait exempt de filaments du sang de rate, tandis que celui des mères et celui de leurs placentas mêmes en contenaient par myriades. De 1864 à 1868, il a fait plusieurs fois la même constatation, de sorte que le placenta maternel lui apparaissait comme un filtre qui retenait en deçà les bactéridies charbonneuses. Enfin il a confirmé les résultats de l'observation simple par l'inoculation.

« Quatre cobayes furent inoculés, l'un avec le sang du placenta qui contenait des bactéridies et les trois autres avec celui du cœur, de la rate et du foie du fœtus qui n'en contenait pas. Or le premier cobaye mourut le lendemain infecté de nombreuses bactéridies, tandis que les trois autres, inoculés avec le sang du fœtus, ne furent nullement malades. » (*Archives générales de Médecine*, 1868).

» Cette expérience est décisive: sur la femelle atteinte de sang de rate, l'agent infectieux n'envahit pas le fœtus.

» Depuis que M. Chauveau a montré que la brebis transmet à son produit l'immunité contre le sang de rate conférée par des inoculations préventives, la contradiction apparente qui existe entre ce fait important et la démonstration péremptoire faite par Davaine de l'absence du principe contagieux dans le sang du fœtus a fait entreprendre de nouvelles expériences avec l'intention de savoir ce qui se passe spécialement dans les animaux de l'espèce ovine. Les expériences de M. Chauveau, non encore publiées, ont pleinement confirmé les résultats connus : les bactéridies ne gagnent pas les vaisseaux du fœtus même après la mort de la mère, tant que les altérations cadavériques n'ont pas établi de libres communications entre les deux appareils circulatoires, dans les placentas.

» Que se passe-t-il dans le cas où la femelle est atteinte du charbon symptomatique? Nous avons trouvé sous ce rapport une nouvelle différence à ajouter à celles que nous avons signalées précédemment entre les deux affections.

» Le 12 janvier 1881, nous inoculons une brebis en état de gestation; elle meurt dans la nuit du 13 au 14 avec des lésions caractéristiques. Dans la matinée du 14, à l'autopsie, on trouve dans l'utérus un fœtus mâle. On l'extrait et on le lave avec soin. Ce jeune sujet présente des infarctus dans les muscles de l'abdomen et des régions crurales internes et olécraniennes du côté droit; le ganglion préscapulaire correspondant est rouge et volumineux : toutes lésions qui ont, objectivement, les plus grandes ressemblances avec celles que l'on observe chez les adultes et renferment les microbes en bâtonnets caractéristiques du charbon symptomatique.

» Le 7 février, nous faisons une seconde observation dans de bien meilleures conditions. Une brebis pleine meurt ce jour-là du charbon symptomatique. *Vingt minutes* après la mort, on ouvre l'abdomen, on enlève l'utérus; d'un seul coup, avec un instrument flambé, on divise les parois utérines et les enveloppes fœtales. Pendant que le liquide allantoïdien et amniotique s'écoule, on coupe le cordon ombilical, on retire le fœtus très rapidement et on le porte sous un filet d'eau. Avant toute chose, on

ouvre la poitrine du jeune sujet, afin de puiser dans le cœur, à l'aide d'une seringue à canule capillaire, quelques gouttes de sang que l'on injecte dans les muscles cruraux d'un cochon d'Inde. On procède ensuite à l'autopsie du petit cadavre; elle démontre l'existence de taches ecchymotiques sous la peau de la base de la queue et dans les muscles grands dentelés; ces taches présentent des microbes en bâtonnets nucléés. Le sang renferme des granulations et de rares bâtonnets mobiles, dépourvus de noyau. Le cochon d'Inde inoculé avec ce sang présente des lésions typiques et meurt en moins de quinze heures.

» On peut conclure de ces faits que le jeune sujet est affecté dans le sein de sa mère, atteinte du charbon symptomatique, de la maladie complète avec infarctus musculaire, œdèmes, sang virulent et microbes en bâtonnets, c'est-à-dire avec les lésions que l'on observe chez les adultes. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Illusion relative à la grandeur et à la distance des objets dont on s'éloigne.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Lorsque l'on se déplace avec une vitesse régulière et suffisamment grande, et que, la tête étant dirigée en sens contraire du mouvement, on tient son regard fixé sur un ou plusieurs objets éloignés, on éprouve une curieuse illusion. Ces objets, au lieu de paraître diminuer de grandeur et s'éloigner de nous, comme on devrait s'y attendre, semblent au contraire augmenter de plus en plus, et en même temps on les voit se rapprocher. Cette observation est surtout facile à faire quand on est entraîné par une voiture sur une route assez droite et qu'on regarde au loin par derrière. L'illusion dont je parle commence déjà à se produire pour moi à partir d'une distance d'environ 20^m; elle augmente de netteté avec la distance.

» L'effet inverse se produit également, c'est-à-dire que les objets lointains vers lesquels on s'avance semblent s'éloigner et se rapetisser, mais notre expérience a sans doute corrigé en grande partie cette illusion, car elle est moins nette que la précédente. Celle-ci n'est certainement aussi marquée que parce que nous n'avons pas l'habitude de marcher à reculons et qu'ainsi nous n'avons pas pu, dans ce cas particulier, rectifier les données premières de notre sens visuel.

» Pour expliquer ces phénomènes, il faut remarquer que nous jugeons des changements de distance d'un objet au moyen de plusieurs éléments :

quand un objet s'éloigne, notre accommodation se relâche d'une certaine quantité pour adapter l'œil à la nouvelle distance; la convergence des lignes visuelles devient moins grande, par un certain déplacement des deux yeux en dehors; en même temps, l'image rétinienne de l'objet diminue; de la comparaison de ces trois impressions se dégage, par expérience, l'appréciation du déplacement de l'objet.

Or, l'accommodation peut être considérée comme complètement relâchée pour une distance de 15^m à 20^m; de plus, les yeux ne convergent plus alors que d'une faible fraction de degré (6′ ou 7′) et sont ainsi sensiblement parallèles. Nous n'avons plus alors pour apprécier les changements de distance que les variations de grandeur de l'image rétinienne. Or, celle-ci varie, pour un même objet, en raison inverse de la distance, c'est-à-dire que la variation, d'abord très grande, diminue progressivement et finit par devenir inappréciable pour notre jugement. Ainsi, quand on s'éloigne de 1^m d'un objet déjà situé à 1^m de distance, l'image rétinienne de l'objet diminue de moitié (exactement de $\frac{51}{100}$); quand on s'éloigne de 1^m d'un objet situé à 10^m, l'image rétinienne ne diminue plus que de $\frac{8}{100}$; si l'on s'éloigne de la même quantité d'un objet situé à 100^m, la diminution de grandeur n'est plus que de $\frac{1}{100}$; elle est de $\frac{1}{1000}$ pour une distance de 1000^m; enfin, à 10^{km}, l'image rétinienne diminue seulement de $\frac{4}{100000}$ pour le même éloignement de 1^m.

Qu'arrive-t-il donc lorsque nous nous éloignons d'un objet assez distant? C'est que son image rétinienne ne nous semble pas diminuer en proportion de notre propre déplacement, car nous sommes habitués à exercer notre jugement sur des objets rapprochés, pour lesquels la variation de dimension des images rétiniennes est beaucoup plus forte, et pour lesquels nous avons d'autres éléments d'appréciation, tels que l'état de notre accommodation et le degré de convergence de nos yeux. Nous avons donc dans le fait précédent l'impression d'une image rétinienne qui grandit, puisque d'après nos prévisions elle devrait diminuer sensiblement, et qu'elle reste, par le fait, à peu près stationnaire. L'objet nous semble donc grandir lui-même, et nous rapportons, comme dans les illusions bien connues de la fantasmagorie, cette augmentation apparente de grandeur à un rapprochement de l'objet. »

ZOOLOGIE. — *Sur les organes du goût des Poissons osseux.* Note de M. E. **Jourdan** ([1]), présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« F.-E. Schulze, dans deux Mémoires publiés l'un en 1862, l'autre en 1867, décrivit les corps cyathiformes du Barbeau ainsi que ceux des têtards du *Pelobates fuscus*, leur trouva une structure analogue à celle des corpuscules décrits par Loven et Schwalbe dans la langue des Mammifères, et fut ainsi conduit à attribuer aux corps cyathiformes des Poissons des fonctions identiques à celles des boutons gustatifs de la langue des Mammifères.

» Nos recherches sur plusieurs Poissons, et en particulier sur le *Peristedion cataphractum* ou Malarmat, nous ont permis d'observer quelques faits nouveaux qui confirment l'opinion de F.-E. Schulze.

» Le Malarmat offre cette particularité remarquable de posséder à la fois des barbillons semblables à ceux du *Mullus barbatus* et des rayons libres identiques à ceux des Trigles. L'épaisse cuirasse qui recouvre le corps de ces Poissons semble justifier le développement de ces organes du goût et du toucher et leur groupement sur des régions distinctes. Les barbillons du Malarmat, tantôt disposés en houppe, tantôt isolés, bordent, au nombre de dix à douze, la mâchoire inférieure; deux d'entre eux atteignent toujours de très fortes dimensions et présentent des ramifications secondaires. Tous ces barbillons sont garnis de corps cyathiformes peu volumineux et constitués par la réunion de deux sortes de cellules : les unes, groupées au centre et faisant à la surface du barbillon une légère saillie, sont semblables à des fibres pourvues d'un noyau volumineux; les autres, disposées à la périphérie, sont cylindriques et se terminent par un plateau. Ces petits organes existent non seulement sur les barbillons, mais ils sont encore répandus en grand nombre dans la muqueuse qui tapisse la cavité buccale; ils sont disposés en série dans le pharynx et occupent, au nombre de trois ou quatre, chacune des petites papilles qui hérissent la langue rudimentaire. Ils siègent toujours dans l'épiderme; mais leur structure est difficile à apprécier, à cause de leurs faibles dimensions.

» Les corps cyathiformes du *Mullus barbatus* sont beaucoup plus volu-

---

([1]) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Zoologie marine de Marseille, dirigé par M. Marion.

mineux; aussi avons-nous pu en faire une étude plus complète. Ils sont semblables à ceux que F.-E. Schulze a décrits chez le Barbeau et chez la Tanche. Chaque corpuscule est situé en un point de l'épiderme correspondant à une papille du derme; il tranche nettement sur les cellules qui l'entourent, par la coloration foncée qu'il prend après l'action de l'acide osmique et par l'aspect des éléments qui le constituent. Chacun d'eux est formé de cellules, appartenant à deux types, entre lesquelles on observe toutes les formes de transition : les unes sont cylindriques et situées à la périphérie; les autres, groupées au centre du corps ovoïde, se terminent par un prolongement conique, dont les pointes, le plus souvent masquées par du mucus, apparaissent moins nettement que chez le Malarmat. Tous ces éléments sont munis d'un noyau volumineux, et leur protoplasma est fortement coloré par l'osmium. A la base de chaque corpuscule, on aperçoit un petit amas granuleux formé par les prolongements basilaires et variqueux des cellules des corps cyathiformes; c'est dans cet amas granuleux que disparaissent les cylindres-axes des fibres nerveuses et d'où émergent les cellules des corpuscules. Le *Mullus barbatus* possède des corps ovoïdes identiques à ceux que nous venons de décrire dans la muqueuse de la langue et du pharynx.

» Chez les Trigles, nous avons trouvé sur la langue des corpuscules cyathiformes. Il est probable qu'ils doivent exister dans la muqueuse buccale de la plupart des Poissons.

» Des faits que nous venons de signaler nous devons conclure que, parmi les terminaisons nerveuses des Poissons décrites par M. Jobert sous le nom d'*organes du toucher,* nous devons distinguer ceux qui possèdent des corps cyathiformes et ceux qui en sont dépouvus. Quelles fonctions devons-nous attribuer aux uns et aux autres? Après les recherches de F.-E. Schulze, de F. Todaro, d'Engelmann, de Loven et de Schwalbe, il nous paraît difficile de ne pas considérer les corps cyathiformes des Poissons comme des boutons gustatifs. Leur structure et leur situation dans l'épiderme les éloignent complètement des corpuscules du toucher, tels qu'on les étudie habituellement chez les Oiseaux et les Mammifères.

» Le sens du goût acquiert ainsi chez les Poissons une importance qui peut paraître exagérée, mais qui nous semble justifiée par la nature du milieu où vivent ces animaux. La recherche de la nourriture chez ces êtres doit être surtout guidée par des terminaisons sensitives plus particulièrement destinées à la réception des émanations gustatives; c'est ce qui nous explique la distribution de corpuscules cyathiformes sur des organes

externes, appareils d'exploration dont la situation a trompé les observateurs, mais qui ne doivent pas plus nous surprendre que l'existence d'otocystes bien constitués, loin de la tête, sur les derniers anneaux des Mysis.

» Nous nous proposons d'exposer dans un travail d'ensemble les résultats de nos observations sur les organes du goût et du toucher des Poissons osseux. Prenant pour guide la nature des terminaisons nerveuses qui siègent dans les barbillons, les tentacules, les rayons libres, nous essayerons de déterminer leurs fonctions chez les principales espèces de nos côtes de Marseille. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la puissance toxique des microzymas pancréatiques en injections intra-veineuses.* Note de MM. **J. Béchamp** et **E. Baltus**. (Extrait par les auteurs.)

« Nous avons démontré, en 1880 (*Comptes rendus*, février et mars), que la diastase de l'orge germée et la pancréatine, introduites dans le sang à doses déterminées, entraînent la mort.

» M. A. Béchamp ayant récemment fait voir que les microzymas pancréatiques résument toutes les propriétés connues du pancréas ([1]), nous avons recherché si l'injection de ces microzymas, facteurs d'une zymase reconnue toxique, amènent les mêmes résultats que l'injection de la zymase elle-même. Pour cela, nous avons institué trois séries d'expériences.

» La première série comprend cinq expériences, dans lesquelles on a injecté, à doses variables, des microzymas pancréatiques parfaitement isolés et lavés.

» La deuxième série comprend deux expériences d'injection de microzymas pancréatiques putréfiés, mélangés à des microzymas de la fibrine et transformés en majeure partie en bactéries.

» La troisième série comprend deux expériences d'injection de microzymas hépatiques.

» Il résulte des expériences de la première série que l'injection dans le sang des microzymas pancréatiques isolés, jouissant de leur puissance digestive sur les matières albuminoïdes et la fécule, détermine la mort presque immédiate, quand la proportion atteint $0^{gr},0001$ par kilogramme du poids de l'animal. Il nous est impossible de fournir jusqu'à présent

---

([1]) *Comptes rendus*, 17 janvier 1881.

une explication satisfaisante du mécanisme de là mort, les seules lésions constatées ayant été de la congestion plus ou moins accentuée de la muqueuse digestive principalement, congestion pouvant aller, dans certaines conditions de délai, jusqu'à la suffusion sanguine.

» Il résulte des expériences de la deuxième série que l'injection des microzymas pancréatiques putréfiés, ayant évolué en majeure partie en bactéries et privés à ce moment de leur puissance transformatrice normale, ne produit aucun accident.

» De là, ces corollaires importants : que le mécanisme de la mort ne saurait être rapporté à des embolies, qui d'ailleurs n'ont jamais été constatées; que les bactéries provenant de l'évolution des microzymas pancréatiques et des microzymas de la fibrine sont absolument inoffensives; qu'un changement complet et radical de fonction a été pour ces éléments la conséquence de la putréfaction expérimentalement provoquée.

» Les expériences de la troisième série démontrent que l'injection des microzymas du foie est parfaitement inoffensive, fait qui vient encore à l'appui de la spécialité d'action des microzymas pancréatiques. »

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Ossements humains trouves dans le diluvium de Nice; examen de la question géologique.* Note de M. **Desor**, présentée par M. de Quatrefages.

« Il y a deux mois environ qu'un propriétaire du quartier de Carabacel, près de Nice, M. Ed. Jochim, en faisant creuser une cave dans sa propriété sur le chemin de Valrose, reconnut, parmi les déblais qu'on venait d'extraire de l'excavation, un certain nombre d'ossements humains. L'aspect de ces débris l'engagea à les recueillir, pour les soumettre à l'examen de personnes compétentes. L'une des pièces, une mâchoire inférieure, paraissait surtout digne d'attention. La Société niçoise des Sciences et la Société des Lettres et Sciences de Nice se réunirent et nommèrent une Commission pour examiner ces ossements (¹) et étudier les divers problèmes soulevés par leur présence en plein terrain.

» La question géologique se présentant la première pour juger de l'im-

---

(¹) Cette Commission se composait de MM. Desor, président; Dr Niepce fils, secrétaire; de Chambrun de Rosemont, Dr Maurin, Dr Niepce père, Brun, ingénieur, l'abbé Constant, Dr Henry. Les Notes ci-dessus sont extraites du Rapport fait par cette Commission.

portance de la découverte, nous plaçons ici l'indication des couches superposées au point dont il s'agit.

$1^m,25$.	Terre végétale.
$1^m,93$.	Limon calcaire tuffacé. + *Emplacement du squelette.*
$1^m,03$.	Sable siliceux avec coquilles pliocènes et nummulitiques.
2^m.	Gravier plus ou moins congloméré.
	Conglomérat compacte.

» Le dépôt qui renferme les débris du squelette se trouve à une altitude relativement considérable, 25^m à 30^m au-dessus du fond des vallées avoisinantes. Il y avait lieu dès lors de s'assurer avant tout qu'il s'agissait bien d'un gisement naturel au milieu d'un sol vierge et non pas d'une inhumation, comme on pourrait le supposer. La Commission n'a pas tardé à s'assurer qu'il n'existe aucune trace de remaniement ni d'irrégularité autour de la cavité de laquelle le squelette a été extrait. Le sol y a conservé sa blancheur et son homogénéité parfaite, sans aucune trace d'infiltration ou de mélange de terre étrangère, ce qui cependant aurait dû arriver, si l'on considère que la couche de terre végétale qui surmonte la cavité (et que la fosse funéraire aurait dû traverser) est d'une couleur brune et d'aspect très différent. Il n'est guère possible d'admettre qu'il ne se serait pas mêlé quelques éboulis de cette terre au limon compacte qui recouvre le squelette. Or ce dernier est parfaitement immaculé, et la Commission, à l'unanimité, a conclu qu'il ne pouvait être question d'une inhumation. Il n'existe du reste aucun vestige d'un mobilier funéraire, ni d'armes en silex.

» Le banc dans lequel se trouve empâté le squelette est une sorte de limon plus ou moins tuffeux et argileux, dans lequel se trouvent cependant, par-ci par-là, quelques gros galets de calcaire dolomitique ([1]). Son épaisseur est de $1^{m},93$, dont $1^{m},35$ au-dessus et $0^{m},58$ au-dessous du squelette. Ce banc de limon repose à son tour sur une couche de sable de $1^{m},03$, composée d'éléments calcaires et siliceux en quantité à peu près égale. Au sable succède un amas de conglomérat très peu agglutiné, passant parfois à un véritable gravier. Vient ensuite un conglomérat compacte à gros éléments, qui a empêché le propriétaire de pousser plus loin son excavation.

» La stratification n'a rien de constant. Elle incline tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, comme cela se voit fréquemment dans les terrains quaternaires. Cette circonstance, ainsi que l'épaisseur variable des différentes assises, sont de nature à corroborer l'idée qu'il s'agit bien ici de dépôts torrentiels formés, tantôt de gros, tantôt de petits matériaux, suivant l'allure ou la violence du torrent qui les a emmenés. Il faut admettre dès lors que le squelette a été entraîné par un courant, avec les autres éléments qui composent le banc de limon calcaire.

» Lors de sa première visite, la Commission n'avait rencontré, en fait de coquilles, qu'un cyclostome dans le limon qui renferme le squelette. Elle fut plus heureuse dans sa seconde visite. Ayant eu soin d'emporter du sable de la couche sous-jacente au squelette, elle put s'assurer, au moyen de lavages, qu'il s'y trouvait une certaine quantité de petits fossiles exclusivement marins. Cette découverte était d'autant plus inattendue qu'on n'a guère l'habitude de rencontrer des coquilles marines à pareille hauteur (47^{m}) dans le quaternaire. Il s'agissait en effet de fossiles du pliocène ([2]). On reconnut bientôt que ces coquilles étaient mélangées avec d'autres fossiles évidemment éocènes, au nombre desquels se trouvait une orbitolite bien caractérisée (*Orbit. papyracea?*) et une petite nummulite (*Num. Guettardi* d'Arch.). Or, comme des fossiles de formations aussi diverses ne peuvent se trouver réunis *normalement* dans un même dépôt, il s'ensuit que le squelette humain, qui se trouve presque en contact avec eux, ne doit être ni pliocène ni éocène. Un pareil mélange ne s'explique que par un remanie-

---

([1]) Ces galets calcaires proviennent des récifs de Cimiez, et font probablement partie de la formation jurassique supérieure, qui affleure à quelques centaines de mètres de là.

([2]) M. Bellardi y a reconnu les espèces suivantes : *Nassa serrata* Broc.; *N. semicostata* Broc.; *N. costulata* Broc.; *Ringicula sp.; Natica sp.; Fragment de Vénus; Fragment de Pecten* (*scrobiculatus*); *Lucina lactea* L.

ment survenu postérieurement, par conséquent pendant l'époque quaternaire.

» La Géologie a enregistré plusieurs cas de gisements pareils, spécialement aux environs de Lyon, où il existe, d'après M. Falsan, de nombreuses coquilles miocènes dans l'alluvion ancienne. Mais le diluvium de Nice nous fournit le premier exemple d'un terrain renfermant des fossiles remaniés de *plusieurs* formations, mêlés à des coquilles terrestres et à des débris humains.

» En résumé, nous sommes ici en présence d'un dépôt quaternaire, dont les matériaux, arrachés aux dépôts plus anciens qui se trouvent en amont, ont été transportés par les torrents qui descendaient de la montagne et qui entraînaient en même temps, dans leur cours, quelques coquilles fluviatiles et terrestres. Cela a dû se passer à une époque où le littoral était moins élevé que de nos jours, alors que le Paillon et les autres cours d'eau de la côte divaguaient sur les plateaux tertiaires, avant de s'être creusé leur lit actuel. Par son altitude, non moins que par sa configuration, le dépôt de Carabacel nous semble rentrer dans la catégorie des terrains diluviens contemporains de l'érosion des plateaux tertiaires. »

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Ossements humains trouvés dans le diluvium de Nice; description des ossements.* Note de M. **Niepce**, présentée par M. de Quatrefages.

« Les ossements trouvés à Carabacel, dans la propriété de M. Jochim, se composent :

» 1° D'une notable portion du maxillaire inférieur consistant en la partie gauche de cet os et d'une partie du côté opposé, le tout empâté dans un limon calcaire. La partie antérieure est à peu près complète, sauf une petite partie brisée par un coup de pic. La symphyse présente une fissure allant de gauche à droite. Du côté gauche, la fossette mentonnière est très accusée Il en est de même de la ligne oblique ou maxillaire externe. Le trou mentonnier, orifice du canal dentaire inférieur, manque complètement. La branche maxillaire est brisée dans sa partie moyenne; l'apophyse coronoïde et le condyle ont été enlevés par un coup de pic. La face externe ou masseterine présente des empreintes très développées pour les insertions du muscle masseter. La base du maxillaire est mince, bien formée. Le bord supérieur renferme les quatre dernières molaires, bien conservées. La pre-

mière, ainsi que les canines et les incisives, ont été brisées. A l'exception d'une seule racine, il ne reste des incisives que les cavités alvéolaires. Le fait qu'elles sont vides prouve que les dents devaient exister lors de la mort, sans quoi les alvéoles seraient remplies par la masse ambiante. Les alvéoles sont verticales, sans aucun indice de prognathisme.

» La partie gauche mesure, de l'angle à la symphyse du menton, $0^m,11$. D'une branche à l'autre, l'espace est de $0^m,095$. La distance de la troisième molaire à la base de l'os est de $0^m,035$. Sa distance du rebord inférieur au bord alvéolaire est de $0^m,025$. Toute la surface de l'os est sillonnée de nombreuses fissures. Les bords alvéolaires renfermant les dents sont intacts et les dents présentent une parfaite conservation. Les couronnes des dents sont saines; les tubercules offrent des rainures bien caractérisées. L'usure des dents est presque nulle. La dernière molaire est aussi grosse que les autres.

» Les autres ossements consistent en :

» 1° Un fragment de fémur, partie moyenne;

» 2° Fragments de tibia gauche, diaphyse au-dessus de l'épine;

» 3° Fragment d'humérus gauche, partie inférieure;

» 4° Fragment de radius;

» 5° Fragment probable du clavicule.

» Il résulte de l'examen de tous ces os qu'ils ont appartenu à un sujet de petite taille, âgé déjà au moins d'une trentaine d'années. A ne considérer que les petites dimensions des os longs, on est conduit à penser qu'ils ont appartenu à une femme.

» Les os ne renferment que du carbonate de chaux; le phosphate a disparu. Il n'existe plus que des faibles traces de matière organique. »

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Ossements trouvés dans le diluvium de Nice; détermination de la race;* par M. DE QUATREFAGES.

« Les ossements découverts à Carabacel soulevaient naturellement des questions de nature fort diverse. La Commission niçoise, par l'organe de M. Desor, a traité la question géologique; M. le Dr Niepce et ses confrères ont déterminé à quelle partie du squelette avaient appartenu ces fragments. La Commission a bien voulu me laisser le soin de rechercher à laquelle des races humaines fossiles ils pouvaient être rapportés. Dans ce but, elle m'a envoyé une photographie de la mâchoire et m'a confié les autres fragments

en nature. Un moulage de la mâchoire, qui m'avait été annoncé, ne m'est pas encore parvenu.

» Toutefois, à elle seule, la photographie permet de reconnaître bien nettement que le maxillaire inférieur ressemble d'une manière frappante à la mâchoire trouvée dans des grottes d'Engihoul, près de Liège, en 1860, par M. Malaise, figurée et décrite sommairement la même année par ce savant (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. X, p. 542) et plus tard avec plus de détail par M. Hamy (*Bulletin de la Société anthropologique de Paris*, 2e série, t. VI, p. 370). Le profil, du bord alvéolaire au menton, est presque exactement le même; le menton est sensiblement moins obtus dans le fossile de Carabacel que dans celui d'Engihoul. La ligne inférieure est presque exactement de même forme et présente les mêmes ondulations, un peu plus accentuées peut-être sur la photographie. Dans les deux os, la branche horizontale de la mâchoire est très haute, la branche montante très large et la distance angulaire considérable. A en juger par les mesures que donne la photographie, il y aurait presque identité pour tous ces traits essentiels. Je ne donne pourtant pas de chiffres, ne sachant jusqu'à quel point cette photographie reproduit les dimensions réelles du fossile.

» En s'aidant de quelques fragments de crâne trouvés à Engihoul avec la mâchoire, M. Hamy a rapporté avec raison ces restes fossiles à la race de Cro-Magnon. Les ressemblances que je viens d'indiquer conduiraient donc à rattacher à la même race les ossements de Carabacel, par conséquent à le rattacher aux divers squelettes fossiles trouvés par M. Rivière aux environs de Menton. Mais les conclusions tirées de la mâchoire inférieure seule ne pourraient être acceptées qu'à titre de probabilité. J'ai montré en effet depuis longtemps, à propos des discussions soulevées par la mâchoire de Moulin-Quignon, que cet os présente dans la même race des variations parfois fort étendues. Celle de Cro-Magnon elle-même en fournit une preuve de plus. Dans le Mémoire que j'ai cité plus haut, M. Hamy a placé un dessin, reproduit depuis dans nos *Crania Ethnica*. Il a représenté au trait et superposées trois mâchoires inférieures appartenant à cette race : celle du vieillard de Cro-Magnon, celle d'Engihoul et celle de Bruniquel. Bien que l'on reconnaisse un type général commun à ces trois os, on n'en constate pas moins entre eux quelques différences très sensibles. La mâchoire du beau squelette de Menton, rapporté tout entier et en place par M. Rivière, tout en reproduisant la forme générale de celle du vieillard de Cro-Magnon, s'en écarte par la largeur bien moins grande de

la branche montante, largeur qui n'égale pas même celle du fossile de Carabacel.

» Pour pouvoir conclure avec quelque certitude, il fallait examiner les autres ossements de Carabacel. La plupart ne sont que des fragments dont l'étude ne peut donner aucune indication; mais deux d'entre eux en fournissent de très précises. Ce sont deux portions de fémur. L'un, ayant appartenu à la jambe droite, mesure environ $0^{m},23$ et comprend une portion des régions moyenne et inférieure de l'os. L'autre est une portion de la région moyenne du fémur gauche ayant $0^{m},125$ de long. Quelques discussions paraissent s'être élevées à Nice au sujet de ces fragments. On s'est demandé si tous deux appartenaient bien à l'os de la cuisse et s'ils avaient fait partie du même squelette. Un examen attentif me permet de répondre affirmativement à ces deux questions.

» Ces deux fragments présentent, de la manière la plus nette, un des traits les plus caractéristiques de l'ossature des hommes de Cro-Magnon. Leur ligne âpre se relève et forme cette forte saillie longitudinale à laquelle on a donné le nom de *colonne* ou de *pilastre*. Elle est à peu près également développée dans l'un et dans l'autre os. Sur les points où on peut la mesurer approximativement, elle a jusqu'à $0^{m},012$ à sa base sur $0^{m},008$-$0^{m},009$ de la base au sommet. Ce caractère n'a été jusqu'ici rencontré chez aucune race européenne, fossile ou actuelle, autre que la race de Cro-Magnon, où il paraît au contraire être général. Ajouté aux indications que fournissait déjà la mâchoire, il nous autorise à rapporter à cette race le fossile de Carabacel. Sur le littoral de Nice, comme dans les montagnes du Périgord, cette race a donc incontestablement vécu à l'époque quaternaire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de poisson primaire.* Note de M. A. **Gaudry**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« A côté des curieux reptiles que MM. Roche ont trouvés dans le permien d'Igornay et qu'ils ont généreusement donnés au Muséum, il y a un poisson dont la disposition me semble digne d'intérêt pour les paléontologistes. Au premier abord, ce fossile est difficile à comprendre, parce que la plaque où il est contenu a été brisée de telle sorte que la tête est vue en dessous, tandis que le tronc n'a guère laissé que l'empreinte de sa partie supérieure. Grâce au talent des artistes attachés à l'atelier de moulage

du Muséum, il a été possible de rendre la pièce d'Igornay plus intelligible; M. Stahl en a pris une très fine empreinte qui met en saillie tout ce qui était en creux, et avec le pinceau M. Formant a fait ressortir sur le moulage les détails qui étaient peu discernables à l'œil nu sur l'original : je mets sous les yeux de l'Académie la pièce naturelle et le moulage.

» Contrairement à ce qui a lieu dans la plupart des poissons primaires, les écailles du fossile trouvé par MM. Roche sont très minces; il en résulte qu'on voit à découvert le squelette interne. En le considérant, on est frappé par le contraste que présente l'imperfection de la colonne vertébrale et le grand développement des côtes. La notocorde n'a aucun rudiment de centrum dans la région thoracique; au-dessus du vide qu'elle a laissé, des lames osseuses, bifurquées à la base, très étroites, longues de $0^m,030$ à $0^m,040$, représentent les arcs neuraux dans un état d'extrême simplicité. Au contraire, les côtes sont très grandes; elles atteignent $0^m,1$ de longueur; j'en compte trente d'un même côté; il y en avait peut-être davantage. Elles se dilatent dans la partie qui devait s'attacher à la gaine notocordale et immédiatement après elles s'amincissent. L'intérieur, qui est creux, devait être rempli d'une substance gélatineuse, fluide comme dans les os de plusieurs poissons actuels. J'ai vu en Écosse les poissons dévoniens de Dura Den qui ont été décrits par M. Huxley sous le nom de *Phaneropleuron;* ils ont des côtes bien développées avec une notocorde persistante; mais le contraste n'est pas aussi grand que dans le poisson du permien d'Igornay.

» Ces animaux primaires peuvent jeter quelque lumière sur la question de l'archétype qui a tant préoccupé les anatomistes : ils ne réalisent en rien la conception de l'archétype vertébral, car ils offrent un état opposé à l'idée qu'on s'était faite d'êtres primitifs formés de vertèbres placées bout à bout; ils montrent que les côtes n'ont pas dû procéder des vertèbres, puisqu'elles ont été développées avant elles.

» On voit en arrière de la tête de notre poisson fossile des pièces qui, je pense, représentent les opercules; les autres pièces céphaliques sont dans un état méconnaissable, qui, sans doute, indique un crâne dont l'ossification était très incomplète. A la partie antérieure, il y a deux pièces, malheureusement fort endommagées, qui rappellent les plaques dentaires des *Ceratodus;* elles sont courbées du côté interne, anguleuses du côté externe avec cinq denticules; elles sont larges de $0^m,036$. Je les ai montrées au savant professeur du Muséum chargé spécialement de l'étude des poissons; M. Vaillant n'a pas hésité à admettre leur ressemblance avec les dents des *Ceratodus*. Ce qui rend cette découverte plus curieuse, c'est que, à en juger

par de nombreuses écailles disséminées entre les pièces du squelette, le poisson d'Igornay ne devait pas avoir des écailles cycloïdes comme les Dipnoés connus jusqu'à présent, mais des écailles en losange comme les Crossoptérygidés rhombifères; cela confirme l'idée émise par quelques naturalistes anglais que plusieurs des Crossoptérygidés primaires doivent peut-être grossir la liste des poissons amphibies dont la respiration à la fois branchiale et pulmonaire a fait imaginer le nom de *Dipnoés;* il serait intéressant d'apprendre que ces êtres mixtes ont été nombreux dans les temps anciens.

» Le fossile trouvé par MM. Roche doit constituer un nouveau genre, puisque les genres qui s'en rapprochent le plus, *Phaneropleuron, Ceratodus, Ctenodus, Dipterus* s'en distinguent par leurs écailles cycloïdes. Je propose de l'appeler *Megapleuron* (¹) *Rochei;* son nom de genre fait allusion à la grandeur des côtes. Le morceau que nous possédons a $0^{m},45$ de long; comme il y a des côtes dans toute l'étendue du tronc, je suppose que nous n'avons rien de la queue. Si les proportions sont les mêmes que dans les *Ceratodus* actuels, on peut croire que la longueur totale de l'animal n'était pas loin de 1^{m}. A en juger d'après la manière dont la tête et les côtes ont été comprimées, il est vraisemblable qu'il était plus large que haut.

» Le Mégapleuron a été rencontré dans le permien inférieur d'Igornay, c'est-à-dire dans le même étage où MM. Roche ont déjà découvert l'*Euchyrosaurus,* le *Stereorachis* et des plantes qui, suivant eux, auraient encore tout à fait le caractère houiller. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence et les caractères du terrain cambrien dans le Puy-de-Dôme et dans l'Allier.* Note de M. A. Julien, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le sous-sol du département du Puy-de-Dôme offre la série complète du terrain cristallophyllien. Les trois étages de ce terrain, abstraction faite du granite porphyroïde et des autres roches éruptives anciennes qui l'ont traversé, forment trois zones à peu près parallèles, d'une direction générale nord-sud, que l'on voit se développer successivement de Savennes et Bourg-Lastic à l'ouest, jusqu'au pied de la chaîne du Forez à l'est. Le gneiss, équivalent du laurentien des Américains, règne à l'ouest. Tout le monde

(¹) Μέγας, grand; πλευρόν, côte.

connaît les belles carrières de marbre micacé exploitées à Ruère, Savennes et Gioux, ainsi que dans le Cantal, dans cet horizon. Le micaschiste et le groupe supérieur des quartzites et des phyllades, dont l'ensemble correspond à l'étage huronien du nouveau monde, lui succèdent à l'est, à partir des environs de Laqueille. Mais le micaschiste ne dépasse pas la vallée de la Sioule. C'est dans sa variété stéatiteuse que sont inclus les filons de Pontgibaud. Quant aux quartzites et aux phyllades, associés au granite porphyroïde, qui les a traversés de ses énormes épanchements, ils forment avec cette roche le plateau qui supporte la file des volcans à cratères. C'est cet étage supérieur qui forme l'objet de cette Note. C'est lui que je désigne sous le nom de *cambrien*, pour me conformer à la nomenclature adoptée par quelques géologues français. Je restreins ainsi le nom de *huronien* au micaschiste seul. Cet étage de quartzites et de phyllades est, à mon avis, absolument synchronique des roches de corne rouges et vertes de la Brevenne dans le Beaujolais, des phyllites de Travassac près de Brives, sur la bordure sud-ouest du plateau central, des phyllades de Condé-sur-Noireau et Landerneau en Normandie et en Bretagne, etc. Cet étage, malgré son importance, a été méconnu jusqu'à ce jour en Auvergne. Il ne figure sur aucune Carte géologique de la contrée, du moins sous son vrai nom, car, sur l'Atlas géologique de H. Lecoq, il apparaît étrangement défiguré, tantôt comme diorite, tantôt comme granite, ou même il est absolument passé sous silence. Voici l'énumération des localités où je l'ai étudié, et où il se montre avec ses caractères lithologiques normaux.

» 1° Sur le flanc est de la vallée de la Sioule à l'ouest du puy de Barme. Il forme un îlot de 2^{km} de long, entouré par la lave de ce puy. Les couches verticales, dirigées N. 5° E., à partir du micaschiste dont on voit le contact à Ceyssat, sont formées de schiste micacé d'une roche amphibolique et grenatifère, analogue à la roche bien connue de Berzet, de schistes graphitiques, de quartzites et de phyllades se succédant dans l'ordre indiqué ci-dessus.

» 2° Toujours sur le flanc oriental du bassin de la Sioule, à Antérioux, Nébouzat et Recolène, derrière les puys de Laschamps, Pourcharet, Mercœur, Lassolas et Montchal. Le cambrien, d'une épaisseur de plusieurs milliers de mètres, paraît, dans cette région, former un vaste pli nord-sud. Le sommet de la voûte est recouvert de basalte et l'on ne peut l'étudier que dans les ravins profonds d'Antérioux et de Nébouzat. A partir du micaschiste, que l'on voit au sud de Recolène, il est formé de schiste micacé, de quartzo-phyllades, de la roche de Berzet en couches, de quartzites grisâtres ou vitreux et limpides, et d'un beau développement de phyllades jaune verdâtre. Deux filons d'une belle diorite micacée et des filons de quartz gras le traversent.

» 3° Sur le plateau volcanique, à l'est et au pied du puy de Laschamps. Une carrière y est ouverte entre Laschamps et Beaune, à la cote 979. Les couches nord-sud, verticales, sont formées de phyllades alternant avec un type de toute beauté de la roche de Brezet,

grenu, à reflets rougeâtres, très riche en grenat, et d'un schiste à pâte fine, à lames de mica bronzé, ressemblant à de la minette en couches.

» 4° Au sud du lac d'Aydat, un magnifique lambeau vers le village de Pradas. Quartzites, phyllades et schistes graphitiques.

» 5° Sur le plateau de Berzet, Theddes, Saint-Genès-Champanelle et Chadrat, d'innombrables lambeaux de ce terrain apparaissent de toutes parts, emballés dans le granite porphyroïde. Dans la vallée de Royat, le long du chemin de la Pépinière, on en voit un fragment de plus de 100^{m} de long, encaissé dans le granite et traversé en outre de nombreuses veines lamifiées de cette roche. A Berzet, une erreur singulière a été commise. Deux fragments volumineux de quarzite amphibolique et grenatifère, enclavés dans le granite et traversés en outre de filons de leptynite et de pegmatite, ont été pris pour des pointements filoniens d'une roche éruptive! L'origine de cette erreur, renouvelée récemment, remonte à Lecoq et Bouillet, qui n'ont su distinguer ni la nature cristallophyllienne de leur pétrosilex céroïde, ni la découvrir en place, ni reconnaître les caractères lithologiques et l'âge du cambrien d'Auvergne.

» 6° Le cambrien réapparaît à l'est de la Limagne, au pied du Forez, entre les Moulins et Montmaillet, à 2^{km} à l'est de Neuville.

» 7° Enfin, on en reconnaît de nombreux fragments disséminés au puy Chopine, à Volvic et à Gannat, dans l'Allier.

» En résumé, le cambrien existe très net et bien développé dans le Puy-de-Dôme et dans l'Allier. Il offre les roches classiques, les quartzites à la base, les phyllades au sommet. Il est azoïque, ou du moins je n'y ai découvert encore aucune trace de fossiles; mais il est morcelé et n'apparaît que sous forme d'enclaves ou d'îlots, soit par suite des épanchements énormes du granite porphyroïde qui l'a traversé, soit par suite de son recouvrement superficiel par les déjections volcaniques modernes. A ce dernier point de vue, il est inexact de dire que les volcans à cratères du Puy-de-Dôme se sont fait jour à travers le granite seul, comme on le répète depuis Dolomieu. Ils se sont fait jour à travers le cambrien; mais il faut ajouter cette réserve que, si le cambrien domine au sud de la montagne du Puy-de-Dôme, le granite domine au nord. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Loi générale de formation des eaux minérales salines* (1); *application au cas particulier de Gréoux* (*Basses-Alpes*). Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Hébert.

« Quand on examine l'immense ensemble des travaux publiés sur l'ori-

---

(1) J'appelle *eaux salines* celles qui ne renferment que des sels neutres : l'eau de mer est le type de ces eaux. Cette expression et le sens que j'y attache ont été fortement re-

gine des eaux minérales, une conclusion se dégage immédiatement : c'est que la formation de ces eaux n'est soumise à aucune loi.

» Des recherches de l'ordre exclusivement géologique, poursuivies depuis plus de quinze ans, m'ont montré, au contraire, que l'origine et le mode de formation des eaux minérales sont soumis à des lois générales, aussi simples que peu nombreuses. En ce qui touche, en particulier, la grande classe des eaux minérales salines, la plus importante de toutes, je suis arrivé à cette conclusion, déjà indiquée dans mes travaux antérieurs : *Les eaux minérales salines de l'Europe occidentale* (les seules que j'aie pu étudier jusqu'ici) *se minéralisent dans les deux horizons salifères du trias et du terrain tertiaire. Les substances qui minéralisent ces eaux ont primitivement appartenu à des mers normales et ont été abandonnées par l'évaporation pure et simple des eaux de ces mers.* Ces substances déposées, reprises aujourd'hui par les eaux atmosphériques qui pénètrent les terrains salifères, constituent la partie active et caractéristique des eaux minérales salines. Comme, d'un autre côté, les mers ont eu, à toutes les époques, une composition qui ne différait pas sensiblement de celle des mers modernes, les eaux minérales salines pourront renfermer toutes les substances dissoutes dans les eaux des mers actuelles ; toutefois, les substances abandonnées seront d'autant plus abondantes et d'autant plus complexes, que la concentration des eaux des anciennes mers aura été plus avancée. La classe des eaux minérales salines offrira, dès lors, toutes les variétés, depuis l'eau simplement gypseuse et peu minéralisée, jusqu'aux eaux renfermant, sous des poids considérables, la série entière des substances dissoutes dans les eaux des mers.

» Cette loi de formation des eaux minérales salines ne s'est peu à peu dégagée, pour moi, qu'au cours d'une longue série de recherches sur les bassins hydrologiques des principales sources salines de l'Europe occidentale. Il y a plus : si la conclusion définitive a toujours été la même, elle ne s'est, dans bien des cas, présentée avec tous les caractères d'une démonstration rigoureuse, qu'après de longues études sur le terrain ; mais cela tient exclusivement aux fractures et aux failles qui ont affecté notre sol, et qui ont agi d'une façon toute spéciale, à cause de leur nature même,

---

poussés par des chimistes hydrologues très distingués ; qu'il me suffise, pour le moment, de dire que ces désignations ont été employées, avec la signification que je leur donne, par les savants auxquels on doit l'*Annuaire des eaux de France*, œuvre exécutée, on le sait, sur l'initiative de M. Dumas.

sur les terrains salifères. J'emprunte, comme exemple, à mon Mémoire général, le cas particulier de Gréoux : c'est l'un des plus complexes, et, par cela même, l'un des plus démonstratifs.

» Tous les savants qui se sont occupés des eaux de Gréoux s'accordent pour placer leur point d'émergence dans le terrain néocomien, ce qui est exact. Dans une importante étude, dont un résumé est inséré aux *Comptes rendus* (t. LXXXIII, p. 699), M. Jaubert, inspecteur des eaux de Gréoulx, a admis que ces eaux sont en rapport direct avec les grottes considérables qui existent dans la région de Gréoux ([1]).

» En ce qui touche l'âge des calcaires à grottes de la région de Gréoux, M. Jaubert partage l'opinion de tous les géologues qui ont écrit sur la Provence, y compris celle que j'avais moi-même il y a quinze ans. Mais ce n'en est pas moins une erreur complète; ces calcaires sont jurassiques et appartiennent à l'horizon de la *Terebratula moravica* et du *Dicerus Lucii*; en second lieu, à aucune époque les eaux thermales n'ont circulé dans les grottes de Gréoux. C'est sur ces calcaires que repose le néocomien inférieur à *Ostrea Couloni*, à la base duquel sortent les eaux de Gréoux. Si donc on ne considérait que le point d'émergence, les eaux de Gréoux fourniraient la vérification la plus complète de la formule contre laquelle M. Jaubert s'élève, puisque ces eaux sortiraient non seulement au contact de deux terrains, mais au contact de deux grandes formations. Toutefois, ce serait là encore une erreur : 1° *les eaux de Gréoux sortent d'une énorme faille*, bien qu'elle n'ait pas été reconnue jusqu'ici; 2° *ces eaux se minéralisent dans l'horizon salifère du trias*.

» Voici la preuve de cette double assertion. Quand on va de Gréoux à Saint-Jullien en suivant la route, on rencontre, à environ 1500^{m} des bains, au moment où la route contourne une petite colline, des calcaires gris, remplis de gros silex; ils renferment les fossiles les plus caractéristiques du lias moyen. Un peu plus à l'ouest, on voit arriver au jour l'infralias dolomitique et même les cargneules triasiques. Le néocomien, continuant à se développer sur la rive droite du Verdon, au même niveau que l'infralias de la rive gauche, il y a là, correspondant au lit même du Verdon, une faille incontestable. Quelle est sa puissance? En partant de

([1]) « Il est donc facile d'établir l'origine de ces galeries : elles sont l'œuvre évidente des eaux thermales.... Les bancs de rocher dans lesquels elles courent appartiennent à la formation moyenne de l'étage inférieur du calcaire néocomien; il est donc inexact de dire que les eaux thermales naissent constamment au contact de deux terrains différents. » (*Loc. cit.*)

l'infralias et marchant dans la direction de l'est, on rencontre toute la série parfaitement en place, jusqu'aux calcaires à *Terebratula moravica* inclusivement. Cet ensemble mesure au moins 600^m. La même série se retrouvant nécessairement sous le néocomien de la rive droite du Verdon, puisque les deux systèmes ne sont séparés que par la largeur de la rivière, il y a là une faille de 600^m au moins.

» Les eaux de Gréoux sortent à l'extrémité nord de cette faille; mais, comme leur température dépasse 36°, elles viennent d'une assez grande profondeur (ce qui s'explique tout naturellement par le fait même de l'existence de la faille). Dès lors, avant d'arriver au jour, elles ont nécessairement parcouru toute la région salifère du trias et dissous une certaine quantité des substances, à la fois si spéciales et si complexes, que recèle cet horizon (1).

» Les faits de l'ordre chimique et de l'ordre géologique s'unissent donc pour conduire à cette conclusion que, malgré les apparences extérieures, les eaux de Gréoux se minéralisent dans l'horizon salifère du trias.

» J'ai pu jusqu'ici étudier les bassins hydrologiques de cinquante-quatre sources salines de l'Europe occidentale; pour toutes, je suis arrivé aux mêmes résultats. Au lieu de se minéraliser dans les terrains les plus divers, ou de tirer leurs éléments des profondeurs inconnues et inaccessibles du globe, toutes ces sources se minéralisent dans les deux horizons signalés plus haut. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte, à Noirmoutiers (Vendée), de la flore éocène à* Sabalites Andegavensis *Sch.* Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Hébert.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie les premiers vestiges de la flore éocène à *Sabalites Andegavensis* Sch. dans les quartzites de Noirmoutiers (Vendée). Un double intérêt s'attache à cette découverte, qui enrichit la Paléontologie d'une nouvelle localité éocène et nous permet de fixer définitivement l'âge, si longtemps méconnu, des prétendus grès crétacés de

(1) 1^{lit} d'eau de Gréoux contient, en particulier, 1^{gr},54 de chlorure de sodium, une quantité notable de sulfate de chaux et de chlorure de magnésium, du brome, de l'iode, des substances organiques (des sels ammoniacaux, de la lithine, de la strontiane, etc., non encore signalés jusqu'ici).

la Vendée. Ces roches forment, dans la partie nord-est de l'île, des falaises élevées que couronnent des bouquets de chênes verts constituant les bois de la Lande, de la Chaise et du Pelavé. « L'île de Noirmoutiers, dit M. Bertrand-Geslin ([1]), se compose de quatre systèmes de roches, savoir : » 1° de roches primaires, qui se montrent surtout sur la côte, depuis le » nord jusqu'au sud-ouest; 2° de grès secondaires, dans la partie nord-est, » 3° de terrains tertiaires marins, sur le côté sud-sud-ouest ([2]); 4° de ter- » rains de transport. Ce système secondaire du bois de la Chaise présente » deux groupes bien distincts minéralogiquement, mais qui se lient l'un » à l'autre; leur inclinaison générale, de quelques degrés vers le sud-ouest, » est contrastante avec celle du système primaire qui les supporte et con- » cordante avec celle du système du grès vert de l'île d'Aix (Charente-In- » férieure). Le groupe de sable ferrugineux de l'île de Noirmoutiers, d'après » la nature siliceuse de ses éléments et de ses fossiles, me paraît devoir se » rapporter au sable ferrugineux qui, à l'île d'Aix, contient des coquilles » siliceuses et supporte la craie verte. A l'île d'Aix, ce sable ferrugineux » est bien moins développé que celui de Noirmoutiers. Si le rapprochement » d'identité de formation que je viens d'essayer d'établir entre le sable fer- » rugineux de l'île de Noirmoutiers et celui de l'île d'Aix est juste, le sys- » tème du sable ferrugineux et de quartzite de Noirmoutiers serait le » prolongement du système du grès vert et de la craie de l'île d'Aix ».

» Ces quartzites offrent en abondance des débris indéterminables, des moules de tiges d'autant plus difficiles à reconnaître, que la roche qui les renferme est d'un grain très grossier. Presque toujours la matière végétale a disparu complètement, sans être remplacée par une autre substance, de telle sorte que la place des débris est toujours vide. Le moule s'affaissant sur lui-même après la destruction de l'organe, il n'en est plus resté que des traces confuses ou même entièrement effacées. Ce fait, que nous avons tant de fois constaté en étudiant les plantes fossiles du Mans et d'Angers, a dû se produire pour l'immense majorité des débris végétaux enfouis dans les roches d'une nature peu cohérente et offrant, comme à Noirmoutiers, un accès facile aux agents dissolvants qui entraînaient après eux les restes organiques. Quelquefois, cependant, la roche est d'un grain plus fin et plus serré, comme celle de la butte du Pelavé et de la Chaise. C'est parmi

---

([1]) *Voir* Bertrand-Geslin, *Mémoires de la Société géologique de France*, t. I, 1833.

([2]) Ce calcaire a été parfaitement étudié sur divers points de la Bretagne par M. G. Vasseur [*Sur les terrains tertiaires de la Bretagne* (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, 1878)].

des fragments qui m'ont été adressés de cette dernière localité par mon collègue et ami M. Viaud-Grand-Marais, professeur à l'École de Médecine de Nantes, que j'ai pu dégager le rachis d'un palmier sabal et un fragment d'*Araucarites* (Conifères).

» Le palmier de Noirmoutiers laisse voir très nettement les rayons insérés sur l'axe prolongé du rachis. Ce caractère est celui des sabals, et on peut l'observer chez le *Sabal umbraculifera* Jacq. de l'Amérique tropicale, qui paraît se rapprocher le plus du *Sabalites Andegavensis* Schimp. On sait que l'existence de nombreux palmiers sabals, dans les grès tertiaires du Mans et d'Angers, constitue un des traits essentiels de la flore éocène de l'ouest de la France. La seconde empreinte représente l'extrémité d'un rameau d'*Araucarites Roginei* Sap., que j'ai décrit et figuré dans mes recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire ([1]). Ces fragments d'araucarites sont bien caractérisés par leurs feuilles serrées ou lâchement imbriquées, redressées ou falciformes, coriaces et épaisses. L'*Araucaria Cookii* de l'hémisphère austral peut être rapproché de l'*Araucarites Roginei* Sap. Ainsi, à Noirmoutiers, vers la pointe de Devis, la base du niveau inférieur du calcaire grossier parisien serait représentée : 1° par la couche à nummulites; 2° par un calcaire marneux à échinides, *Ostrea flabellula*, *Arca rudis*, etc. Viendraient ensuite les quartzites ferrugineux du Pelavé, de la Chaise et de la Lande, à *Sabalites Andegavensis* Sch. et *Araucarites Roginei* Sap.

» Ces premiers représentants d'une flore fossile bien connue nous permettent de rapporter les prétendus quartzites crétacés de Noirmoutiers aux grès éocènes du Mans et d'Angers, qui sont à peu près de l'âge des grès de Beauchamp, comme l'a depuis longtemps indiqué M. Hébert ([2]). Nous avons confirmé cette opinion du savant professeur de la Sorbonne par l'étude des affinités de notre flore tertiaire de l'ouest de la France. »

([1]) *Voir* Louis Crié, *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire ; flore éocène du Mans et d'Angers*, p. 30, *Pl. VII, fig.* 26 et 27.

([2]) *Voir* Hébert, *Sur les terrains tertiaires du Maine* (*Bullet. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 460, 1862).

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur les variations de température du corps humain pendant le mouvement.* Note de M. E. Villari [1].

« M. L. A. Bonnal, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 15 novembre 1880, a donné les résultats de ses recherches sur la chaleur de l'homme pendant le mouvement. Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations sur cette question, dont je me suis moi-même occupé autrefois.

» M. Hirn a montré qu'un homme qui monte et produit un travail positif engendre, pour une même quantité d'oxygène absorbée, moins de chaleur que lorsqu'il descend et produit un travail négatif. Ce résultat rattache, d'une manière remarquable, la production de la chaleur animale à la théorie mécanique de la chaleur.

» M. Béclard a trouvé que, lorsque le biceps brachial soulève un poids (contraction dynamique) et produit un travail positif, il s'échauffe moins que lorsqu'il soutient le même poids immobile (contraction statique) : la différence est de 0°,18 [2]. Lorsque le bras soulève et abaisse alternativement le même poids, le muscle, selon l'auteur, ne s'échauffe ni plus ni moins dans la contraction statique. M. Béclard interprète ce résultat en disant que le muscle se refroidit, en soulevant le poids, autant qu'il s'échauffe en l'abaissant. M. Marc Dufour [3] est arrivé à des conclusions analogues, en effectuant des mesures sur la température de l'homme.

» M. Heidenhein [4], dans des expériences effectuées surtout sur le gastrocnémien de la grenouille, parvient à des conclusions opposées à celles des deux auteurs précédents.

» Ce désaccord m'a conduit à reprendre la question. Je me suis proposé de déterminer la température de l'homme, soit après un long repos, soit après un mouvement continu et prolongé, afin de pouvoir opérer sur des différences de température plus considérables et plus faciles à mesurer.

---

(1) Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Bologne, le 27 novembre 1879, et publié dans les Mémoires de la même Académie, 4e série, t. I, 1880.

(2) Béclard, *Physiologie*, Paris, 1866, p. 466.

(3) *La constance de la force*; Lausanne, 1865.

(4) *Mechanische Leistung, Wärmeentwickelung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit*; Leipzig, 1864.

Mes observations ont été faites sur un sujet ayant quarante ans environ, sain et d'un tempérament nerveux.

» Après de nombreux essais préliminaires, j'ai trouvé que le procédé le plus sûr consistait à prendre la température en introduisant un thermomètre dans l'urèthre ou dans le rectum. Les mesures prises dans le creux de l'aisselle, ou même dans la bouche, sont toujours sujettes à des erreurs plus ou moins grandes. Le thermomètre dont je me servis était un thermomètre à maximum; son échelle était divisée en dixièmes de degré, et l'on pouvait évaluer facilement la moitié d'une division. Les expériences ont été faites en Suisse, pendant les mois de juillet et d'août 1879.

» J'ai commencé par déterminer, avec le plus grand soin, la température du corps, prise aux différentes heures du jour, au repos ou même au lit. La moyenne de ces déterminations a été 36°,8.

» J'ai fait faire ensuite au sujet diverses ascensions sur les Alpes, et, immédiatement après, j'ai mesuré sa température; les résultats ont été les suivants :

Différence de niveau en mètres.	Température à la fin de la montée.
645	38°,15
1013	38,2
1041 (¹)	38,3
1395	38
Moyenne....	38,13

» La température moyenne, après une montée longue ou courte (cependant toujours supérieure à deux heures de fatigue), a donc été de 1°,33 supérieure à celle de repos, et les écarts par rapport à cette moyenne ont toujours été très faibles.

» Après la descente, on a obtenu les résultats suivants :

Différence de niveau en mètres.	Température après la descente.
591	37,7
645	37,9
683	38,1
1176	38,1
1187	38,15
Moyenne.....	37,99

» La température moyenne après la descente a donc été de 1°,19 supé-

(¹) Légère ascension, par un chemin aisé.

rieure à celle de repos. Ce résultat est d'accord avec les expériences de M. Heidenhein, faites sur les muscles des grenouilles.

» Il est intéressant de remarquer que la température après la montée (38°,13) est supérieure à la température après la descente (37°,99), de 0°,14. Cette différence paraîtra encore plus sensible si l'on considère que, après la montée, le sujet se trouvait toujours à une température plus basse qu'après la descente; cette observation ne s'accorde pas avec celles de MM. Béclard et Dufour.

» Ces phénomènes sont intimement liés avec la rapidité de la respiration et de la circulation, et par suite avec l'intensité des actions chimiques qui se produisent dans l'organisme, dans ses différentes conditions de mouvement ou de repos. Ainsi tout le monde sait, et j'ai observé moi-même, que la circulation et la respiration s'accélèrent toujours par le mouvement; mais cette accélération est bien plus grande quand on gravit une montagne que lorsqu'on en descend.

» De toutes ces observations, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

» 1° La plus base température chez l'homme est celle qui se produit à la suite du repos (36°,8).

» 2° La température augmente lorsque l'homme a exécuté un travail *positif*, ascension (38°,13).

» 3° La température augmente encore lorsqu'il a exécuté un travail *négatif*, descente (37°,99).

» 4° Dès lors, la température s'élève toujours à la suite d'un travail quelconque.

» 5° L'élévation de température est plus grande après la montée qu'après la descente: la différence est de 0°,14 en moyenne. Cependant il ne semble pas qu'il y ait de relation entre le travail et l'élévation de température.

» 6° Par le mouvement, les actions chimiques de l'organisme augmentent; il n'est pas possible, par les seules lois de la Mécanique, de déterminer la variation de température de l'organisme ou d'un muscle qui travaille ou qui reste en repos.

» Ces conclusions sont confirmées par les mesures récentes de M. Bonnal, qui a fait également sur ce même sujet bien d'autres observations importantes. »

M. **H. Pellet** adresse une nouvelle Note concernant la « relation entre la fécule et les éléments azotés ou minéraux, contenus dans la pomme de terre, et la fixité de composition des végétaux ».

L'auteur communique les résultats d'analyses effectuées par M. Joulie sur diverses variétés de pommes de terre ; ces résultats confirment ceux qu'il avait publiés lui-même au mois de juin 1880. Ils paraissent pouvoir fournir des documents précieux pour le choix des engrais.

M. **J. Balmy** adresse une Note concernant la maladie des pommes de terre et l'indication d'un remède préventif.

(Renvoi à l'examen de M. H. Mangon.)

M. **Léon Lalanne** présente, au nom de M. *A. Favaro*, de Padoue, un Volume qu'il vient de publier sous le titre de *Galileo Galilei, ed il dialogo de Cecco di Ronchitti da Bruzene, in perpuosito de la stella nuova* (Galilée et le dialogue de François de Ronchitti, de Brugine, au sujet de la nouvelle étoile); c'est un Chapitre intéressant à ajouter à l'histoire du mouvement des idées au commencement du XVIIe siècle.

Le sujet est fourni par l'apparition, le 10 octobre 1604, d'une étoile non encore observée; l'auteur montre quelles considérations ont contribué à ruiner la confiance absolue qu'on avait eue jusqu'alors dans le principe d'Aristote sur l'incorruptibilité des cieux. Le dialogue, que M. Favaro publie pour la première fois, est écrit en dialecte padouan, mais on peut y relever çà et là quelques expressions toscanes; la discussion à laquelle l'éditeur se livre le conduit à penser que Galilée en est probablement l'auteur; du moins peut-on affirmer qu'il en a inspiré la rédaction, et voir dans ce dialogue un écho des doctrines nouvelles, présentées sous forme humoristique.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mars 1881.

Annales de la Société géologique de Belgique, t. V, 1877-1878. Berlin, Friedlander; Liège, A. Decq; Paris, Savy, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 2e série, t. IV, 2e cahier. Paris, Gauthier-Villars, Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1881; in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, 20e et 21e années, 1879 et 1880. Colmar, Vve C. Decker, 1880; in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. J.-A. Barral; t. XXXIX, année 1879. Paris, J. Tremblay, 1880; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. 1881, février: *Personnel*. Paris, Dunod, 1881; 2 vol. in-8°.

Nouveaux éléments de Physiologie humaine; par H. Beaunis. Troisième et dernière Partie. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

Les pédiculines. Essai monographique; par E. Piaget. Leyde, E.-J. Brill, 1880; 1 vol in-4°, avec Atlas reliés.

Dr G. Le Bon. *L'homme et les sociétés, leurs origines et leur histoire*. Paris, J. Rothschild, 1881; 2 vol. in-8°.

Traité de Mécanique; par M. E. Collignon. 2e Partie : *Statique*. Paris, Hachette et Cie, 1881, in-8°.

Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, depuis 1872 *jusqu'à* 1877 *inclusivement; par* M. F. Bezançon. Paris, A. Chaix, 1880-1881; in-4°. (Adressé au Concours Montyon, Statistique, 1881.)

Notice sur les travaux géométriques de M. A. Mannheim. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Notice sur les travaux de M. Camille Jordan. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Mémoire sur la source du travail musculaire et sur les prétendues combustions respiratoires; par M. A. Sanson. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8°. (Extrait

du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*) (Présenté, par M. Ch. Robin, au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

Les infiniment petits; par F. Hément. Paris, Hachette et Cie, 1881; in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Le monde physique; par A. Guillemin, t. Ier, 5e série, livr. 41 à 50. Paris, Hachette et Cie; grand in-8°, illustré.

Manuel de Conchyliologie; par P. Fischer; fascicule II, pages 113 à 192. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Des épileptiques, des moyens de traitement et d'assistance qui leur sont applicables; par M. le Dr Lunier. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

La guerre aux parasites en champ clos par l'acide sulfureux; par le Dr V. Fatio. (*Expériences faites à Genève en* 1880 *et* 1881). Paris, 35, rue de Grenelle, 1881; in-12. (Extrait de la Revue *Le monde de la Science et de l'Industrie.*)

Société centrale d'Agriculture de la Seine-Inférieure. Les champs d'expériences de la Société centrale d'Agriculture. Résultats obtenus en 1880. *Rapport présenté par* M. E. Marchand. Rouen, impr. H. Boissel, 1881; in-8°.

Excursions géologiques dans l'Eifel. Compte rendu par A. Firket. Liège, impr. Vaillant-Carmanne, 1880; in-12.

Le télectroscope; par M. Senlecq, d'Ardres. Paris, n° 38, rue de la Soudière. Sans date; br. in-8°.

Étude sur les espèces de la tribu des Féronides qui se rencontrent en Belgique; par A. Preudhomme de Borre; IIe Partie. Bruxelles, impr. Weissenbruch, 1881; br. in-8°.

Etude sur les formules d'approximation qui servent à calculer la valeur numérique d'une intégrale définie; par R. Radau. Sans lieu ni date; in-4°.

Atti del reale Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali, economiche e tecnologiche di Napoli; 2e série, t. XVII. Napoli, G. Nobile, 1880; in-4°.

Postos meteorologicos. 1877. *Primeiro semestre. Annexos ao volume XV aos Annaes do Observatorio do Infante D. Luiz.* Lisboa, typ. Lallemant, 1880; in-f°.

Annaes do Observatorio do Infante D. Luiz; vol. XVI, 1878. Lisboa, Impr. nacional, 1879; in-f°.

The steam engine and its inventors a historical sketch; by R.-L. Galloway. London, Macmillan, 1881; in-12 relié.

Alphabetical manual of blowpipe analysis; by W.-A Ross. London, Trübner, 1880; in-12 relié.

United States Commission of fish and fisheries; Part VI : *Report of the commissioner for* 1878. Washington, 1880; in-8° relié.

Memoirs of the royal astronomical Society, vol. XLV, 1879-80. London, 1880; in-4°.

Account of the operations of the great trigonometrical Survey of India; vol. V : *Details of the pendulum operations; by* Captains J.-P. Basevi and W.-J. Heaviside, *and of their reduction,* etc. Calcutta, 1879; in-4° relié.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. January-December 1879. Philadelphia, 1879-1880; 3 liv. in-8°.

Annals of the New-York Academy of Sciences late Lyceum of natural History; vol. I, nos 9 à 13; vol. X, nos 12, 13, 14; vol. XI, nos 1 à 8 et 13. New-York, 1874 à 1880; 11 livr. in-8°.

Report of the United States geological Survey of the territories; vol. XII. Washington, 1879; in-4° relié.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia indica, ser. X, vol. I, Part 4 et 5; ser. XIII; ser. XIV, vol. I. Calcutta, 1880; 4 liv. in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. XV, Part 2; vol. XVII, Part 1-2. Calcutta, 1880; 3 liv. in-8°.

Records of the geological Survey of India; vol. XII, Part 4; vol. XIII, Part 1-2. Calcutta, 1880; 3 liv. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *Delesse*, Membre de la Section de Minéralogie, décédé à Paris le 24 mars. Les obsèques doivent avoir lieu demain, 29 mars.

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide qu'elle se formera en Comité secret immédiatement après le dépouillement de la Correspondance par M. le Secrétaire perpétuel : les Notes ou Mémoires adressés pour cette séance seront consignés au *Compte rendu*.

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de formation du diallyle, des corps chlorés et de l'aldéhyde;* par MM. **Berthelot** et **Ogier**.

1° Diallyle.

« 1. Le *diallyle*, $(C^6H^5)^2$ ou $C^6H^4(C^6H^6)$, est un carbure découvert par MM. Berthelot et de Luca et étudié depuis par M. Wurtz et par M. L. Henry, qui a bien voulu nous en adresser un échantillon fort pur, avec beaucoup de libéralité. Ses relations avec la série propylique et la variété de ses mé-

tamorphoses donnent au diallyle un intérêt particulier. Trois détonations exécutées sur le corps gazeux ont donné, pour 82^{gr} :

$906^{Cal},1$; $900,8$; $900,1$; en moy., $+902^{Cal},3$ à vol. const.; et $+904^{Cal},3$ à press. const.

» La chaleur de combustion des éléments étant 909^{Cal}, leur combinaison :

C^{12} (diamant) $+ H^{10} = C^{12}H^{10}$ gaz, dégage.........	$+ 4,7$
C^{12} (charbon)	$+22,7$

» 2. Comparons cette chaleur de formation avec celle du dipropargyle, carbure formé par expérience avec le diallyle par perte d'hydrogène, $2H^2$.

$C^{12}H^6$ gaz $+ 2H^2 = C^{12}H^{10}$ gaz, dégagerait........ $+87,5$ ou $+43,75 \times 2$

Ce chiffre surpasse la chaleur dégagée par l'hydrogénation des autres carbures connus; car

$C^4H^2 + 2H^2 = C^4H^6$, dégage..................	$+33,3 \times 2$
$C^6H^4 + 2H^2$	$+25,5 \times 2$
$C^4H^4 + H^2$	$+21,1$

il approche même de l'union de l'hydrogène avec l'oxygène ($+59,0$).

» Comparons encore la formation du diallyle et du dipropargyle : soit à partir d'un même carbure, le propylène,

$2C^6H^6 = (C^6H^5)^2 + H^2$ dégage..................	$+41,3$
$2(C^6H^6)^2 + 3H^2$, absorbe....................	$-15,4 \times 3$

tandis que

$2C^2H^4 = (C^2H^3)^2 + H^2$, absorbe..............	$-31,3$
$2(C^2H)^4 + 3H^2$..............................	$-32,9 \times 3$

Soit à partir du propylène et de l'allylène respectivement :

$2C^6H^6 = (C^6H^5)^2 + H^2$, dégage	$+41,3$
$2C^6H^4 = (C^6H^3)^2 + H^2$, dégage	$+10,2$

On voit que les formations effectuées en vertu d'équations pareilles ne donnent pas lieu nécessairement aux mêmes phénomènes thermiques; pas plus dans la série des carbures d'hydrogène que dans la série des corps élémentaires, métaux ou métalloïdes.

2° Substitution.

» 1. L'étude des effets thermiques produits par la substitution du chlore à l'hydrogène dans les composés organiques est des plus intéressantes; elle a été déjà commencée par l'un de nous, par l'étude du chlorure acétique, comparé à l'aldéhyde; et par celle du chlorure de cyanogène, comparé à l'acide cyanhydrique; puis par celle des éthers chorhydriques de la série méthylique et de la série éthylique, comparés au formène et à l'hydrure d'éthylène. Nous allons apporter de nouveaux faits relatifs aux dérivés bichlorés.

» 2. Le *chlorure de méthylène*, $C^2H^2Cl^2 = 85^{gr}$ (méthylal dichlorhydrique), employé était pur; il a été rectifié de nouveau au moment des expériences. Nous avons mesuré les propriétés suivantes :

» 1° *Chaleur spécifique* entre 40° et 15° : 0,288 ; d'où résulte pour la chaleur moléculaire : 23,2.

» 2° *Chaleur de vaporisation.* — Deux essais ont donné : 6,42 et 6,37; moyenne : 6,40.

» 3° *Chaleur de combustion.* — La détonation de ce corps sous forme gazeuse donne naissance à la fois à du chlore et à de l'acide chlorhydrique, la moitié du chlore environ demeurant libre. Ce fait s'observe souvent dans la combustion des corps organiques chlorés : mais la dose de chlore est d'autant moindre que le composé est plus hydrogéné. Avec l'éther méthylchlorhydrique et le chlorure d'éthylidène, elle est bien moindre qu'avec le chlorure de méthylène; avec l'éther éthylchlorhydrique, elle est presque insensible. Nous avons dit ailleurs comment on tient compte de cette circonstance et comment on ramène l'acide chlorhydrique à l'état final de solution étendue. On a obtenu : 142,2; 142,1; 140,7; en moyenne, + 141,7 pour

$$C^2H^2Cl^2 \text{ gaz} + O^4 + \text{eau} = C^2O^4 + 2HCl \text{ étendu}.$$

De là résulte pour $C^2H^2Cl^2$ gaz $+ O^4 = C^2O^4 + 2HCl$:

+ 107,3 à volume constant;
+ 106,8 à pression constante,

circonstance où il y a, par exception, accroissement de volume.

» On tire de ces chiffres la *chaleur de formation*

$$C^2(\text{diamant}) + H^2 + Cl^2 = C^2H^2Cl^2 \text{ gaz} : + 31^{Cal},2; \text{ liquide}, + 37,6.$$

La combinaison : $C^2 + HCl = C^2H^2Cl^2$, absorberait : — 12,8.

» 3. *Le chlorure d'éthylidène*, $C^4H^4Cl^2 = 99^{gr}$ (aldéhyde dichlorhydrique), avait été préparé avec le paraldéhyde, puis purifié, et rectifié de nouveau, à point fixe, au moment des essais.

» 1° *Chaleur spécifique* (50°-13°). — Deux essais : 0,315 et 0,315; d'où résulte pour la chaleur moléculaire : 31,2.

» 2° *Chaleur de vaporisation.* — Deux essais : 6,70 et 6,57; moyenne, 6,63.

» 3° *Chaleur de combustion.* — La combustion s'opère bien; la dose de chlore mise à nu ne s'élève pas à plus de 5 à 8 centièmes du chlore total. On en a tenu compte.

$$C^4H^4Cl^2 \text{ gaz} + O^{10} + \text{eau} = 2C^2O^4 \text{ gaz} + 2HCl \text{ dissous} + H^2O^2$$

ont dégagé : + 302,5 et + 301,6, réduits à pression constante; moyenne, + 302,0. Par conséquent,

$$C^4H^4Cl^2 \text{ gaz} + O^{10} = 2C^2O^4 + H^2O^2 \text{ liquide} + 2HCl \text{ gaz}$$

dégage : + 267,4 à volume constant; + 267,1 à pression constante.

» Le dernier chiffre surpasse de + 160,3 la chaleur de combustion du chlorure de méthylène.

» On tire de ces chiffres la chaleur de formation

$$C^4 \text{ (diamant)} + H^4 + Cl^2 = C^4H^4Cl^2 \text{ gaz} : +33,9; \text{ liquide}, +40,5.$$

» La formation de ce corps par l'acétylène,

$$C^4H^2 + 2HCl = C^4H^4Cl^2 \text{ gaz, dégagerait } + 29,0 \times 2,$$

chiffre fort voisin de la formation de l'éther chlorhydrique par l'éthylène (+ 31,9).

» 4. Venons aux *phénomènes de substitution*. D'après nos mesures, dans l'état gazeux,

$C^2H^4 + Cl^2 = C^2H^3Cl + HCl$ dégage...........	+ 32,0
$C^2H^3Cl + Cl^2 = C^2H^2Cl^2 + HCl$ »	+ 24,8
$C^4H^6 + Cl^2 = C^4H^5Cl + HCl$ »	+ 54,8
$C^4H^5Cl + Cl^2 = C^4H^4Cl^2 + HCl$ »	+ 17,4

» La chaleur dégagée va en décroissant à mesure que la substitution devient plus avancée, et conformément à la progression connue des points d'ébullition et de la densité. Mais les valeurs thermiques sont fort inégales dans les deux séries méthylique et éthylique. *A fortiori* en est-il de même

pour des séries et des fonctions différentes. Par exemple, le changement de l'aldéhyde en chlorure acétique, dans l'état gazeux ([1]),

$$C^4H^4O^2 + Cl^2 = C^4H^3ClO^2 + HCl, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +39,4$$

celui de l'acide cyanhydrique en chlorure de cyanogène,

$$C^2AzH + Cl^2 = C^2AzCl + HCl, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +15,8$$

» En résumé, la substitution du chlore à l'hydrogène dans les composés organiques donne lieu à des effets thermiques considérables, qui vont en diminuant avec le nombre d'équivalents substitués, et qui varient avec la série et la fonction chimique.

» 1. *Aldéhyde.* — 1° La chaleur dégagée par la transformation des aldéhydes en acides a été mesurée par l'un de nous, il y a quelques années (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 174; t. X, p. 369); elle a été trouvée par expérience, tous les corps dissous, égale à +66,8 pour l'aldéhyde éthylique et à +70,3 pour l'aldéhyde orthopropylique. De là il est facile de passer aux corps purs et gazeux, si l'on connaît leur chaleur de dissolution et de vaporisation. Nous avons déterminé cette fois la chaleur de formation de l'aldéhyde lui-même depuis ses éléments.

» 2° *Aldéhyde ordinaire* $C^4H^4O^2 = 44^{gr}$. — Quatre détonations ont fourni : 278,5, 275,8, 271,5, 272,5; moyenne, +274,6 à volume constant et +275,5 à pression constante. D'où résulte :

$$C^4(\text{diamant}) + H^4 + O^2 = C^4H^4O^2 \text{ gaz, dégage : } +50,5; \text{ liq., } +56,5; \text{ diss., } +60,1.$$

La chaleur de *formation de l'acide acétique* devient alors

$$C^4(\text{diamant}) + H^4 + O^4 = C^4H^4O^4 \text{ gaz } +119,7; \text{ liq., } +126,6; \text{ sol., } +129,1; \text{ diss., } +126,9.$$

» La chaleur même de combustion de l'acide acétique liquide devient

---

([1]) Nous avons trouvé, pour la chaleur de vaporisation du chlorure acétique : 6,20 et 6,17; en moyenne, 6,19; et pour sa chaleur spécifique (50° - 15°), 0,367.

D'ailleurs,

$$C^4 + H^4 + O^4 = C^4H^4O^4 \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +126,5$$
$$C^4H^3ClO^2 \text{ liquide} + H^2O^2 \text{ liq.} = C^4H^4O^4 \text{ liq.} + HCl \text{ gaz dégage} \ldots\ldots \quad +5,5$$

d'où résulte

$$C^4 + H^3 + Cl + O^2 = C^4H^3ClO^2 \text{ liq. : } +74,1; \text{ gaz, } +67,9.$$

» On a d'ailleurs (*voir* plus loin)

$$C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2 \text{ gaz : } +50,5.$$

$+199,4$; au lieu de $210,3$ trouvés par Favre et Silbermann. L'écart ne surpasse pas les erreurs déjà remarquées dans les chaleurs de combustion de ces auteurs; il s'explique par la difficulté de brûler un corps aussi oxygéné que l'acide acétique. Avec l'acide formique, ils avaient commis une erreur bien plus grande encore.

» D'après nos chiffres, on aurait, pour l'oxydation de l'éthylène,

$$C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2 \text{ gaz : } +\ 65,9$$
$$C^4H^4 + O^4 = C^4H^4O^4 \text{ gaz : } +131,1 \text{ ou } +65,5 \times 2,$$

chiffres sensiblement multiples l'un de l'autre, et qui se retrouvent à peu près dans l'oxydation de l'acétylène (sauf un excès de 6^{Cal} à 8^{Cal}, attribuable à la condensation de l'acide oxalique), car

$$C^4H^2 + O^8 = C^4H^2O^8 \text{ solide : } +\ 258 \text{ ou } +64,5 \times 4.$$

» 4° *Méthylal diméthylique* $C^6H^8O^4$ ou $C^2(C^2H^4O^2)^2$. — Ce composé, très volatil (42°), se prête bien aux expériences de détonation. Nous avons trouvé pour sa chaleur de combustion à volume constant (76^{gr}), en opérant sur des poids voisins de $0^{gr},160$, contrôlés par la pesée de l'acide carbonique à moins d'un centième près, 438,6; 440,0; 441,3; 438,5; en moyenne, + 439,6 à volume constant, et + 440,7 à pression constante, pour le corps gazeux; soit + 433,9 pour le corps liquide.

» La *chaleur spécifique* (41°-15°) a été trouvée 0,520 et 0,522; en moyenne, 0,521 : ce qui fait + 39,6 pour la chaleur moléculaire.

» La *chaleur de dissolution* à 11° (1 p. + 75 p. eau) : + 3,2 et + 3,2.

» La *chaleur de vaporisation :* 6,90 et 6,76; en moyenne, 6,83.

» La chaleur de formation depuis les éléments

$$C^6 + H^8 + O^4 = C^6H^8O^4 \text{ gaz : } +117,3; \text{ liquide, } +124,1.$$

» La production du méthylal diméthylique au moyen de l'alcool méthylique liquide,

$$3C^2H^4O^2 \text{ liq.} + O^2 = C^6H^8O^4 \text{ liq.} + 2H^2O^2 \text{ liq., dégage : } +\ 76,1;$$

chiffre voisin de la chaleur d'oxydation de l'alcool ordinaire avec production d'aldéhyde (+ 70,1).

» Observons enfin que les chaleurs de formation et de combustion du méthylal diméthylique ne s'écartent pas sensiblement de celles des deux glycols propyléniques; la chaleur de combustion de ces corps liquides étant + 431,2 pour le glycol normal, et + 436,2 pour le glycol iso, d'après M. Louguinine. »

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Cas remarquable de tonnerre en boule; éclairs diffus voisins de la surface du sol.* Note de M. A. Trécul.

« Je demande à l'Académie la permission de l'entretenir de deux phénomènes lumineux, qui paraissent mériter d'être notés. L'un se rattache évidemment à la foudre en boule; mais il s'est présenté avec des circonstances d'une simplicité qui en augmente l'intérêt. L'autre, bien qu'il puisse être classé parmi les éclairs diffus, se distingue tellement de ceux qui ont été décrits, qu'il doit être considéré, je crois, comme un phénomène non observé jusqu'à ce jour.

» Voici le premier de ces faits. Le 25 août 1880, deux jours après ma Communication sur *la foudre verticalement ascendante,* pendant un orage avec tonnerre et éclairs, je vis, en plein jour, sortir d'un nuage sombre un corps lumineux très brillant, légèrement jaune, presque blanc, à contours nettement circonscrits, de forme un peu allongée, ayant en apparence trente-cinq à quarante centimètres de longueur, sur environ vingt-cinq de largeur, avec les deux bouts brièvement atténués en cône.

» Ce corps ne fut visible que pendant quelques instants; il disparut en paraissant rentrer dans le nuage; mais en se retirant, et c'est là surtout ce qui me semble mériter d'être signalé, il abandonna une petite quantité de sa substance, *qui tomba verticalement comme un corps grave,* comme si elle eût été sous la seule influence de la pesanteur. Elle laissa derrière elle une traînée lumineuse, aux bords de laquelle étaient manifestes des étincelles ou plutôt des globules rougeâtres, car leur lumière n'était pas radiante. Près du corps tombant, la traînée lumineuse était à peu près en ligne droite, tandis que dans la partie supérieure elle devenait sinueuse. Le petit corps tombant se divisa pendant sa chute et s'éteignit bientôt après, lorsqu'il était sur le point d'atteindre le haut de l'écran formé par les maisons. A son départ et au moment de sa division, aucun bruit ne fut perçu, bien que le nuage ne fût pas éloigné.

» Tel est le premier fait que j'avais à mentionner; il me paraît surtout intéressant en ce qu'il dénote incontestablement la présence d'une matière pondérable, qui ne fut point projetée violemment par une explosion, ni accompagnée par une décharge électrique bruyante.

» Le second fait que j'ai à signaler est d'un caractère bien différent. Je l'observe à peu près chaque année depuis quelque temps. Il se présente aussi pendant des orages avec tonnerre et éclairs, mais il n'a point lieu

dans la région des nuages; il se montre à petite distance de la surface du sol. Toutefois, il ne saurait être confondu avec les phénomènes qui ont été décrits. On n'en trouve pas trace dans la Notice d'Arago sur le tonnerre, ni dans celle qui fut publiée en 1857 par notre confrère M. du Moncel. Arago cite trois ordres de phénomènes lumineux s'accomplissant près de la surface de la terre. Ce sont : 1° *les feux Saint-Elme;* 2° des corps enflammés qui naissent à la surface du sol, s'élèvent à une petite hauteur et disparaissent avec bruit en faisant explosion ; 3° les lumières qui apparaissent à la surface de l'eau.

» Tous ces phénomènes persistent pendant quelque temps; celui que j'ai observé est instantané comme un éclair. J'ai, en effet, vu assez souvent, à la hauteur du premier étage que j'habite, l'air s'illuminer dans toute la largeur de la rue Linné, qui est spacieuse. Je n'ai fait cette observation que pendant le jour. La lumière est très faible, de teinte jaunâtre, et son intensité est loin d'égaler celle des éclairs diffus qui apparaissent dans la région des nuages. Tantôt cette lumière occupe tout le travers de la rue, simulant une grande nappe lumineuse, large de plusieurs mètres; tantôt elle est réduite à un mètre et demi ou deux mètres de largeur; quelquefois même elle ne forme qu'une bande beaucoup plus étroite encore, de quarante à cinquante centimètres, qui n'occupe pas tout le travers de la rue.

» Si ce fait est connu, il n'a pu être signalé que tout récemment et bien rarement, et pourtant il est très fréquent. La lumière en étant très faible, on conçoit qu'il ait échappé à l'observation. J'en ai constaté l'apparition pendant un bon nombre de grands orages. Je n'en ai pas parlé plus tôt parce que je le considérais comme acquis à la Science, le voyant aussi souvent. Le silence d'Arago et de M. du Moncel à cet égard m'engage à le communiquer à l'Académie.

» Je terminerai cette Note par quelques réflexions sur ma Communication du 23 août 1880, citée plus haut. Les faits que j'ai décrits [1] sont assurément de l'ordre des *feux Saint-Elme*, c'est-à-dire qu'ils ont une même cause; il y a cependant deux différences : 1° c'est que les *feux Saint-Elme* persistent pendant un temps relativement long; tandis que, dans mon observation, le phénomène n'avait qu'une durée beaucoup plus courte, qui peut être comparée à celle d'un *éclair linéaire*. 2° Les *feux Saint-Elme*, appelés aussi *Hélène*, *Castor et Pollux*, etc., n'apparaissent que comme une aigrette lumineuse, ou une *étoile*, ou comme une flamme plus ou moins

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 407.

considérable, à l'extrémité des corps pointus ou saillants, comme les javelots ou les piques des soldats sous les armes, le sommet des mâts des navires, les branches des arbres, etc. Dans les faits que j'ai observés, il y avait, autour de la tige des paratonnerres (car il ne me paraît pas douteux que le phénomène s'accomplissait sur ceux de l'Entrepôt les plus rapprochés de moi), une colonnette lumineuse, qui se terminait par un épanouissement de la lumière dans quelques cas, ou qui, dans d'autres cas, se courbant à angle droit, dirigeait sa pointe vers celle d'une autre colonnette qui se comportait de la même manière; les deux lumières, avançant l'une vers l'autre, s'éteignaient sans s'être réunies. Ces caractères, différents de ceux des *feux Saint-Elme*, peuvent être dus à la fois à une plus grande intensité de l'effluve électrique et à la qualité plus parfaite des conducteurs. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des nombres par les formes.* Mémoire de M. **H. Poincaré**, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bonnet.)

« On sait trouver toutes les représentations d'un nombre entier N par une forme quadratique binaire $F(x, y)$, c'est-à-dire tous les nombres entiers a et b tels que

$$F(a, b) = N.$$

Mais, en ce qui concerne les formes binaires d'ordre quelconque, le problème correspondant n'est pas encore résolu, bien que la solution soit contenue en germe dans les travaux de MM. Eisenstein, Hermite, Kummer et Dedekind. J'en donne, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, une solution complète, non seulement pour les formes binaires, mais pour toutes les formes décomposables en facteurs linéaires.

» 1. Soit une équation algébrique

$$x^m - A_{m-1}x^{m-1} + A_{m-2}x^{m-2} - \ldots \pm A_1 x \mp A_0 = 0,$$

dont les racines sont $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$.

» J'envisage la forme

$$\begin{aligned}F(x_1, x_2, \ldots, x_m) = (x_1 + x_2\alpha_1 + x_3\alpha_1^2 + \ldots + x_m\alpha_1^{m-1})\\ \times (x_1 + x_2\alpha_2 + \ldots + x_m\alpha_2^{m-1})\ldots\\ \times (x_1 + x_2\alpha_m + \ldots + x_m\alpha_m^{m-1}),\end{aligned}$$

et je cherche des nombres entiers $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m$ tels que

$$F(\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m) = N,$$

N étant un entier donné.

» Je montre que ce problème (grâce aux travaux de MM. Hermite et Dedekind) se ramène au suivant : *Former tous les nombres complexes idéaux de norme* N. Pour résoudre ce nouveau problème, je fais voir qu'il suffit d'étudier les diverses congruences

$$x^m - A_{m-1}x^{m-1} + A_{m-2}x^{m-2} - \ldots \pm A_1 x \mp A_0 \equiv 0 \quad (\text{mod. } \mu),$$

où μ est un diviseur quelconque de N.

» Incidemment, je montre quelle est la manière de former tous les idéaux premiers et leurs puissances, de multiplier entre eux deux idéaux, de décomposer un idéal en facteurs premiers, etc.

» 2. J'envisage une forme binaire quelconque

$$F(x, y) = B_m x^m + B_{m-1}x^{m-1}y + \ldots + B_1 xy^{m-1} + B_0 y^m,$$

et je me propose de trouver deux entiers a et b tels que $F(a, b) = N$.

» Soit

$$\begin{aligned}\Phi(x, y) = x^m + B_{m-1}x^{m-1}y\\ + B_m B_{m-2}x^{m-2}y + \ldots + B_m^{m-2}B_1 xy^{m-1} + B_m^{m-1}B_0 y^m.\end{aligned}$$

» S'il existe deux entiers A et B tels que $\Phi(A, B) = NB_m^{n-1}$, si $A = aB_m$, a étant un entier, on aura

$$F(a, B) = N.$$

» D'ailleurs, on obtiendra de la sorte toutes les représentations de N par F. Le problème de la représentation des nombres par une forme binaire quelconque est donc ramené à celui de la représentation des nombres par les formes telles que Φ, c'est-à-dire par les formes binaires dont le premier coefficient est l'unité.

» 3. Soit

$$\begin{aligned}\Phi(x, y) = x^m + A_{m-1}x^{m-1}y + \ldots + A_1 xy^{m-1} + A_0 y^m\\ = (x + \alpha_1 y)(x + \alpha_2 y)\ldots(x + \alpha_m y).\end{aligned}$$

Trouver deux entiers a et b tels que

$$\Phi(a, b) = \mathrm{N}.$$

» On considérera la congruence

$$\xi^m - \mathrm{A}_{m-1}\xi^{m-1} + \mathrm{A}_{m-2}\xi^{m-2} - \ldots \pm \mathrm{A}_1\xi \mp \mathrm{A}_0 \equiv 0 \pmod{\mathrm{N}}.$$

» Soit ξ l'une de ses racines. On envisagera les deux formes

$$\begin{aligned}\psi = \mathrm{N}(y_1 + \alpha_1 y_2 + \ldots + \alpha_1^{m-1} y_m)(y_1 + \alpha_2 y_2 + \ldots + \alpha_2^{m-1} y_m)\ldots \\ \times (y_1 + \alpha_m y_2 + \ldots + \alpha_m^{m-1} y_m),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\theta = [\mathrm{N}x_1 + (\alpha_1 - \xi)(x_2 + x_3\alpha_1 + \ldots + \alpha_1^{m-2} x_m)] \\ \times [\mathrm{N}x_1 + (\alpha_2 - \xi)(x_2 + \ldots + \alpha_2^{m-2} x_m)]\ldots \\ \times [\mathrm{N}x_1 + (\alpha_m - \xi)(x_2 + x_3\alpha_m + \ldots + \alpha_m^{m-2} x_m)].\end{aligned}$$

» Supposons qu'on ait reconnu, par la méthode de M. Hermite, que ces deux formes sont équivalentes et qu'on passe de l'une à l'autre en posant

$$\begin{aligned}x_1 &= \lambda_{1,1} y_1 + \lambda_{1,2} y_2 + \ldots + \lambda_{1,m} y_m, \\ x_2 &= \lambda_{2,2} y_1 + \lambda_{2,2} y_2 + \ldots + \lambda_{2,m} y_m, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_m &= \lambda_{m,1} y_1 + \lambda_{m,2} y_2 + \ldots + \lambda_{m,m} y_m.\end{aligned}$$

Si l'on a

$$\lambda_{3,1} = \lambda_{4,1} = \ldots = \lambda_{m,1} = 0,$$

on aura

$$\Phi(\mathrm{N}\lambda_{1,1} - \xi\lambda_{2,1}, \lambda_{2,1}) = \mathrm{N},$$

et l'on obtiendra de la sorte toutes les représentations de N par Φ.

» Pour résoudre ce problème, il suffit donc : 1° de résoudre une congruence; 2° de rechercher, par la méthode de M. Hermite, si deux formes décomposables en facteurs linéaires sont équivalentes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bonnet.)

« Outre les équations différentielles linéaires à coefficients constants et celles qui ont la forme

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}&\mathrm{A}_m(ax+b)^m\frac{d^m y}{dx^m} + \mathrm{A}_{m-1}(ax+b)^{m-1}\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} \\ &\qquad + \mathrm{A}_{m-2}(ax+b)^{m-2}\frac{d^{m-2}y}{dx^{m-2}} + \ldots = 0,\end{aligned}\right.$$

il existe encore une autre classe d'équations, dont l'intégration directe est tout aussi aisée.

» Soient $P = ax + b$, $Q = a'x + b'$ deux binômes du premier degré, h, k, ... des constantes, ainsi que B, C, ... Les équations dont je veux parler ici contiennent un nombre quelconque de termes ayant la forme suivante :

$$(2) \qquad BQ^h P^{n-h} \frac{d^n[P^h Q^{n-h} y]}{dx^n} + CQ^k P^{p-k} \frac{d^p[P^k Q^{p-k} y]}{dx^p} + \ldots = 0.$$

» Un fait digne de remarque consiste en ce que les constantes h, k, ... peuvent être modifiées à volonté, sans que l'équation soit changée, pourvu qu'on modifie en même temps, d'une manière convenable, les coefficients B, C, ... On peut, par exemple, prendre $h = \frac{1}{2}n$, $k = \frac{1}{2}p$, ... L'équation (2) revêt alors la forme équivalente que voici, où, en place de P, Q, s'offre un trinôme $R = \lambda x^2 + \mu x + \nu$:

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} & A_m R^{\frac{m}{2}} \frac{d^m\left[R^{\frac{m}{2}} y\right]}{dx^m} + A_{m-1} R^{\frac{m-1}{2}} \frac{d^{m-1}\left[R^{\frac{m-1}{2}} y\right]}{dx^{m-1}} \\ & \qquad + A_{m-2} R^{\frac{m-2}{2}} \frac{d^{m-2}\left[R^{\frac{m-2}{2}} y\right]}{dx^{m-2}} + \ldots = 0. \end{aligned} \right.$$

» Pour mettre ces diverses circonstances en évidence, envisageons la fonction

$$(4) \qquad u = (ax + b)^\beta (a'x + b')^{n-1-\beta},$$

où n est un nombre entier positif. On démontre aisément la formule

$$(5) \qquad \frac{d^n u}{dx^n} = \beta(\beta - 1)\ldots(\beta - n + 1)(ab' - ba')^n (ax + b)^{\beta - n} (a'x + b')^{-1-\beta}.$$

» Désignons, comme ci-dessus, par P, Q les deux binômes et posons $y = P^\alpha Q^{-1-\alpha}$. Le produit $P^h Q^{n-h} y$ prend alors la forme (4), et, d'après (5), on trouve

$$Q^h P^{n-h} \frac{d^n[P^h Q^{n-h} y]}{dx^n} = (\alpha + h)(\alpha + h - 1)\ldots(\alpha + h - n + 1)(ab' - ba')^n P^\alpha Q^{-1-\alpha}.$$

Pareille substitution étant faite dans les divers termes de (2), le produit $P^\alpha Q^{-1-\alpha}$ se trouve facteur commun, et l'on est conduit à déterminer α par l'équation

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} & \ldots B(ab' - ba')^n (\alpha + h)(\alpha + h - 1)\ldots(\alpha + h - n + 1) \\ & + C(ab' - ba')^p (\alpha + k)(\alpha + k - 1)\ldots(\alpha + k - p + 1) + \ldots = 0. \end{aligned} \right.$$

» Ainsi, α_1, α_2, ... *étant les racines de l'équation* (6), *l'intégrale générale de l'équation* (2) *est*

$$(7)\qquad y = C_1 P^{\alpha_1} Q^{-1-\alpha_1} + C_2 P^{\alpha_2} Q^{-1-\alpha_2} + \ldots$$

» Les cas où l'équation (6) a des racines multiples n'offrent pas de difficulté si l'on fait l'observation suivante : la forme de l'intégrale (7) prouve que l'équation (2) se change en une équation à coefficients constants si l'on prend pour nouvelle inconnue Qy et pour nouvelle variable $\log \frac{P}{Q}$. Elle revêt aussi la forme (1) si, prenant toujours Qy pour inconnue, on choisit $\frac{1}{Q}$ pour nouvelle variable.

» Ce dernier changement de variables est encore applicable quand les deux binômes P, Q coïncident; il conduit alors à une équation à coefficients constants. Dans ce cas particulier, l'équation a la forme

$$(8)\ A_m P^m \frac{d^m[P^m y]}{dx^m} + A_{m-1} P^{m-1} \frac{d^{m-1}[P^{m-1} y]}{dx^{m-1}} + A_{m-2} P^{m-2} \frac{d^{m-2}[P^{m-2} y]}{dx^{m-2}} + \ldots = 0.$$

On obtient les intégrales en prenant $y = \frac{1}{P} e^{\frac{\alpha}{P}}$, et déterminant α par l'équation

$$A_m (a\alpha)^m - A_{m-1}(a\alpha)^{m-1} + A_{m-2}(a\alpha)^{m-2} - \ldots = 0.$$

» Je reviens maintenant au cas général. Il est manifeste que deux équations de la forme (2) coïncident si elles donnent lieu à une seule et même équation caractéristique (6). Or on peut, sans altérer l'équation (6), changer à volonté h, k, ... en modifiant aussi B, C, ... Pareil changement peut donc être fait dans l'équation différentielle (2), ainsi que je l'ai annoncé.

» Un cas particulier à remarquer est celui où l'équation est binôme. Si l'on fait alors $R^{\frac{m}{2}} y = z$, on a cette transformée

$$(9)\qquad \frac{d^m z}{dx^m} = \frac{z}{(\lambda x^2 + \mu x + \nu)^m},$$

dont les intégrales sont

$$z = (x - c)^\gamma (x - c')^{m-\gamma-1},$$

c et c' étant les racines du trinôme et γ une racine quelconque de l'équation

$$\gamma(\gamma - 1)\ldots(\gamma - m + 1) = \lambda^{-m}(c - c')^{-m} = (\mu^2 - 4\lambda\nu)^{-\frac{m}{2}}.$$

» Pour le second ordre ($m = 2$), la possibilité d'intégrer l'équation (9) a été indiquée dans une Note figurant au *Journal de Liouville,* sous le nom de M. Besge (1[re] série, t. IX, p. 336). Si, de même, pour l'équation binôme, cas particulier de (8), on fait $P^m y = z$, on a cette transformée

$$\frac{d^m z}{dx^m} = \frac{z}{(ax+b)^{2m}}.$$

On en obtient les intégrales par la formule

$$z = (ax+b)^{m-1} e^{\frac{\alpha}{ax+b}},$$

et déterminant α par l'équation

$$(-a\alpha)^m = 1.$$

Ce cas a déjà été remarqué par M. Spitzer (*Vorlesungen über lin. diff. Gleichungen*, p. 98).

» J'ajoute, en terminant, une remarque concernant le cas général.

» Sous la forme (2), pour obtenir l'équation adjointe, on n'a qu'à permuter les deux binômes P, Q en changeant les signes des termes contenant les dérivées d'ordre impair; sous la forme (3), on n'a qu'à effectuer ces changements de signe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De la réduction des formes quadratiques quaternaires positives.* Note de M. **L. Charve**, présentée par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Puiseux.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une méthode de réduction des formes quadratiques quaternaires positives. Cette méthode est la généralisation de celle qui a été publiée par M. Selling (*Journal de M. Resal,* 3[e] série, t. III) au sujet des formes quadratiques ternaires positives.

» La réduction des formes quadratiques positives a fait l'objet de nombreuses études, mais je crois que jusqu'ici personne n'a donné, pour les formes contenant plus de trois variables, une définition de la réduite convenant à *une et à une seule* des formes équivalentes à une forme donnée.

» Je propose les conditions de réduction suivantes.

» Soit

$$\begin{aligned}Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dt^2 + 2Exy + 2Fxz + 2Gxt\\ + 2Hyz + 2Kyt + 2Lzt\end{aligned}$$

une forme quadratique quaternaire positive : je change x, y, z, t respectivement en $x-u$, $y-u$, $z-u$, $t-u$ et j'obtiens ainsi une transformée à cinq variables qui peut s'écrire

$$\begin{aligned} a(x-y)^2 + b(x-z)^2 + c(x-t)^2 + d(x-u)^2 + e(y-z)^2 \\ + f(y-t)^2 + g(y-u)^2 + h(z-t)^2 + k(z-u)^2 + l(t-u)^2, \end{aligned}$$

où $a, b, \ldots, k, l$ ont des relations faciles à établir avec A, B, ..., K, L, et je propose de prendre pour réduite une forme satisfaisant à l'une ou à l'autre des trois conditions suivantes :

» 1° Ou bien tous les coefficients $a, b, \ldots, k, l$ sont positifs.

» 2° Ou bien a est seul négatif et se trouve inférieur en valeur absolue à b, c, d, e, f, g.

3° Ou bien a et h sont seuls négatifs ; de plus, a est inférieur en valeur absolue à b, c, d, e, f, g ; h est inférieur en valeur absolue à b, c, e, f, k, l ; enfin $a+h$ est inférieur en valeur absolue à b, c, e, f.

» Si l'on fait abstraction des permutations possibles entre les variables, ces conditions sont vérifiées par *une et une seule* des formes équivalentes à une forme donnée.

» Cette forme unique, qui est la réduite, peut s'obtenir au moyen des substitutions qui permutent les variables et des deux substitutions suivantes :

$$\begin{aligned} x &= X - Y, & x &= -X + Y, \\ y &= Z - U, & y &= Z - U, \\ z &= T - U, & z &= T - U, \\ t &= X - U, & t &= -X + Z, \\ u &= 0, & u &= 0. \text{ »} \end{aligned}$$

VITICULTURE. — *Nouvelles recherches sur l'œuf d'hiver du Phylloxera; sa découverte à Montpellier;* par M. Valery Mayet.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Ma dernière Note à l'Académie (séance du 2 novembre 1880) annonçait que l'œuf d'hiver du *Phylloxera vastatrix*, non encore trouvé en Languedoc, avait été obtenu par moi en plusieurs exemplaires dans mon laboratoire de l'École d'Agriculture de Montpellier.

» C'était un pas en avant ; mais une observation faite en plein air man-

quait encore pour qu'on pût affirmer : 1° que la ponte de l'œuf fécondé se produit normalement dans notre région; 2° que son éclosion n'a pas lieu avant l'hiver. Cette dernière hypothèse, soutenue par plusieurs naturalistes éminents, me semble devoir être complètement abandonnée.

» L'œuf d'hiver se comporte ici absolument comme dans l'Ouest; les conditions dans lesquelles il se produit sont seulement plus rares. Je viens de le découvrir à Montpellier, en nombre tel, que je puis en avoir autant et plus qu'il ne m'en faut pour mes observations. Il y a très peu de points où il puisse se trouver; mais, là où il se rencontre, il est aussi abondant que dans les vignes de M. Boiteau, de Libourne, endroit classique pour sa recherche. Un seul bout de sarment m'en a fourni sept exemplaires.

» Depuis quatre ans, j'étudie cette question. Pourquoi n'avais-je pas abouti? C'est que j'opérais comme les autres observateurs de Montpellier, comme MM. Planchon, Lichtenstein, Marès, etc., comme M. Boiteau, de Libourne, lui-même, qui a vainement cherché l'œuf d'hiver à Montpellier. Je persistais à porter mes investigations dans les vignes américaines ou européennes, sur lesquelles le plus grand nombre d'ailés avaient été vus l'été précédent. Je cherchais sur de jeunes vignes, sous les écorces du bois de deux ans, et, malgré l'abondance des ailés, toujours relative, il est vrai, dans ce pays-ci, je n'aboutissais à rien.

» Ce qui est peut-être vrai pour l'Ouest ne l'est pas pour notre région.

» Mes recherches antérieures sur les causes de l'extrême rareté des galles en Languedoc (*Comptes rendus*, séances des 24 novembre 1879 et 2 novembre 1880) m'avaient permis de conclure que toujours le gallicole provient de l'œuf d'hiver, et que le peu de fréquence des galles prouve la rareté de cet œuf d'hiver. J'ai donc été amené à penser que, dans une vigne où chaque année, sur le même point, on constate l'existence des galles sur les feuilles, il doit y avoir un lieu d'élection et qu'on devra y trouver à coup sûr, tous les hivers, des œufs fécondés sous les écorces.

» Le difficile était de trouver cet endroit propice aux recherches. Tous les propriétaires consultés disaient que les galles se montraient tantôt sur un point, tantôt sur un autre de leur vignoble, et toujours sur les plants américains de l'espèce *Riparia*.

» Cette année-ci, enfin, M. J. Pagezy m'ayant dit que, dans son domaine de Vivier, près de Montpellier, une vigne de Clinton, plantée il y a quatre ans, présentait chaque année des galles sur le même point, c'est là que, le 16 mars dernier, je dirigeai mes recherches.

» Le premier bois de deux ans, examiné à la loupe, me donna une dé-

pouille de femelle sexuée et un œuf d'hiver à côté. Je fis immédiatement couper une centaine de morceaux de bois de deux et de trois ans, et actuellement, après trois séances seulement, j'ai obtenu plus de cinquante œufs fécondés.

» Le bois de deux ans est celui qui en donne le plus; mais celui de trois ans en donne également. Une dizaine ont été trouvés sous les écorces les plus adhérentes de ce dernier. L'œuf, fixé au bois par son pédicule, est placé entre deux fibres saillantes. Il est facile à reconnaître, à sa forme allongée et surtout au point rouge brun dont le pôle antérieur est muni.

» Je puis donc formuler comme suit les précautions nécessaires pour trouver sûrement l'œuf d'hiver en Languedoc :

» 1° Chercher sur de jeunes vignes américaines, appartenant à l'espèce *Riparia* (ancien *Cordifolia* des viticulteurs), et n'opérer ces recherches que là où chaque année des galles sont observées sur les feuilles.

» 2° Ne soulever que les écorces du bois de deux ans ou de trois ans, celle du premier de préférence.

» Le côté pratique de cette observation sera de circonscrire considérablement les points sur lesquels la destruction des œufs d'hiver pourra être tentée. »

M. Alph. Picart adresse une Note sur les intégrales communes à un système d'équations différentielles partielles linéaires, à un nombre quelconque de variables indépendantes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. L.-E. Bertin adresse un Mémoire contenant les résultats de l'expérience de roulis factice du *Mytho*, pour faire suite à sa Note sur la résistance des carènes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. Duchemin adresse une Note sur un système de compensateurs magnétiques, circulaires ou annulaires, pour la correction des boussoles et des compas de mer.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

MM. **Léauté, Le Bon, Colin, Demarçay, Ricou, Collot,** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet, dans la dernière séance publique.

M. **H. Willotte** fait savoir qu'il est l'auteur du Mémoire qui a été adressé au Concours relatif à l'étude de l'élasticité des corps cristallisés.

PHYSIQUE. — *Essai d'application du principe de Carnot aux actions électrochimiques.* Note de M. **G. Chaperon**, présentée par M. Cornu.

« Les anomalies observées dans la comparaison de la chaleur voltaïque et de la chaleur chimique, ainsi que les exceptions nombreuses à la proportionnalité d'abord constatée des forces électromotrices et des chaleurs de combinaison, portent à penser qu'une cause générale doit régir la répartition de l'énergie dans ces phénomènes.

» Il est naturel de rechercher si le principe de Carnot n'interviendrait pas; c'est en effet ce principe qui, dans toute la théorie de la chaleur, détermine dans quelle mesure une évolution calorifique est apte à produire de l'énergie mécanique. Or l'électricité, considérée comme le produit d'une force électromotrice E par une intensité i, est une forme de l'énergie mécanique, susceptible d'être transformée en toutes les autres, et inversement.

» On peut donc dire que, lorsqu'une réaction chimique produit un courant, elle engendre de l'énergie mécanique, et l'on est ainsi conduit à comparer cette énergie avec celle que la réaction pourrait donner si on lui faisait d'abord produire de la chaleur. Il est clair que, dans ce second cas, ce n'est pas *toute* la chaleur fournie par la réaction qui serait convertie en travail, car, en vertu des phénomènes de dissociation, cette chaleur est obtenue de l'action chimique à une *température limitée,* et le principe de Carnot intervient alors pour déterminer la quotité maxima qui peut se transformer en travail, étant données cette température et celle du milieu.

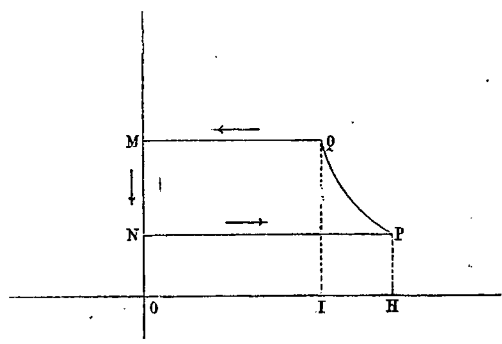
» Si le rendement maximum $\frac{T_1 - T_0}{T_1}$, que peut donner cette façon détournée d'opérer, était dépassé par une production directe d'énergie électrique,

et si *la réaction fournissant ce résultat était réversible* par une simple absorption de chaleur, on aurait, en renouvelant indéfiniment le phénomène, un moyen de changer de la chaleur en énergie mécanique avec un rendement supérieur à celui des machines thermiques, entre les mêmes limites de température, ce qui est contraire au théorème de Carnot. Il y a donc lieu de penser que ce n'est pas la même proportion de l'énergie potentielle d'un système de molécules, aptes à se combiner, qui se convertit en énergie électrique dans la pile ou qui se convertit en chaleur dans le calorimètre; et, dès lors, il est naturel que les énergies électriques de deux systèmes ou leurs forces électromotrices ne soient pas dans le même rapport que les chaleurs de combinaison.

» On peut essayer de donner à ces considérations une forme moins vague, en formant un cycle fermé de réactions qui comprenne une production d'électricité. La façon la plus simple de procéder paraît être de supposer que tout se passe à température constante : le rendement doit alors être nul, c'est-à-dire que la somme algébrique des diverses formes d'énergie, mécanique et électrique, doit être, conformément au principe de Carnot, égale à zéro, car les transformations ne mettent en jeu que de la chaleur à une seule température.

» Imaginons une pile analogue à celle de Daniell et formée de deux métaux A et B immergés dans des composés simples que donnent ces métaux avec un élément *gazeux* (le chlore par exemple). Nous supposerons que les deux chlorures (hypothétiques si l'on veut) des métaux A et B ont, à la température t à laquelle toutes les réactions auront lieu, des *tensions de dissociation* sensibles, et sont susceptibles d'être entièrement décomposés ou reformés à cette température sous l'action d'une pression mécanique extérieure.

» Cela posé, le cycle représenté par le diagramme (pression-volume) ci-dessous se composera de quatre phases :



» 1° MN, action de la pile, substitution du métal A (le plus électropositif) au métal B dans le chlorure, production d'électricité (et de chaleur). La compression mécanique des

chlorures, pendant la substitution, est représentée par la portion d'ordonnée MN, en négligeant les volumes liquides et leurs variations vis-à-vis des volumes gazeux.

» 2° NP, décomposition du chlorure ACl sous sa tension de dissociation NO, absorption probable de chaleur, production du travail externe représenté par l'aire NPOH (NP = volume de Cl).

» 3° PQ, compression du chlore selon la ligne isotherme PQ, depuis la tension de dissociation NO du premier chlorure ACl jusqu'à la tension plus forte MO du second BCl; dépense du travail externe QIHP.

» 4° QM, absorption du chlore par le métal B, à la tension de dissociation MO du chlorure BCl; dépense de travail MOIQ.

» On est ainsi revenu au point de départ, et on se retrouve en possession du métal libre A et du chlorure BCl; tout s'étant passé à la même température, si, comme nous l'avons supposé, les actions sont réversibles, et si cette application extrême du principe de Carnot est légitime, l'énergie électrique que cette réaction peut fournir doit être équivalente au travail dépensé suivant le cycle MNPQ.

» Il y a ici une condition de plus que dans les applications ordinaires des cycles réversibles: *L'équivalence doit avoir lieu directement entre l'énergie mécanique dépensée et l'énergie électrique produite*, et aucune portion de la chaleur mise en jeu ne doit intervenir; sans cela on réaliserait, avec le cycle direct ou renversé, un système permettant de transformer de la chaleur en énergie sans chute de température : ce qui est contraire au principe de Carnot, en supposant qu'il s'étende aux cas des réactions chimiques.

» On aura donc, en négligeant toujours les volumes liquides,

$$\mathrm{E}i \text{ (en unités mécaniques)} = \text{aire MNPQ} = \text{lognép}\, p_b - \text{lognép}\, p_a,$$

p_a et p_b étant, à la température t, les tensions de dissociation des métaux A et B; pour une autre combinaison voltaïque, on aurait

$$\mathrm{E}i = \mathrm{L}p_{b'}\mathrm{L}p_{a'} \quad \text{et} \quad \frac{\mathrm{E}'}{\mathrm{E}} = \frac{\mathrm{L}p_b - \mathrm{L}p_a}{\mathrm{L}p_{b'} - \mathrm{L}p_{a'}},$$

en choisissant des intensités égales i correspondant dans les deux cas à la mise en jeu du même poids de chlore, d'après les lois de Faraday et de E. Becquerel. On voit même que la ligne isotherme PQ est la même dans les deux cas.

» La vérification de ces vues est difficile actuellement, faute de données numériques sur la dissociation : on peut cependant remarquer que les métaux de la série du platine, ou l'or et l'argent, se comporteraient probablement à peu près comme les corps hypothétiques sur lesquels nous avons raisonné. Il est également probable que les forces électromotrices, prises sur des éléments à dissolutions aqueuses, différeraient peu de celles que donneraient les sels fondus comme nous les avons supposés. Une conséquence qui semble, à première vue, concorder avec ce que l'on sait, est que l'ancienne classification électrochimique des métaux, ou leur division en électropositifs et électronégatifs, n'est autre que l'ordre des tensions de dis-

sociation, à une température déterminée, des composés dans lesquels on les considère.

» On pourrait aussi remarquer que les forces électromotrices trop faibles correspondent généralement à la dissolution de métaux dont les composés cèdent plus facilement à l'action de la chaleur (couple fer-cuivre comparé au couple Daniell). Nous nous abstiendrons de multiplier ces rapprochements, qui manquent de sanction numérique.

» Ces considérations donneraient donc, dans un cas assez étendu de réactions réversibles, la relation qui existe, entre l'énergie électrique et les tensions de dissociation des composés mis en jeu, à la température du couple voltaïque formé. »

PHYSIQUE. — *Sur la construction de récepteurs photophoniques à sélénium;* par M. E. Mercadier.

« Ces récepteurs sont formés en prenant deux rubans de laiton, de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur, de $0^m,01$ de largeur, et de longueur variant de 1^m à 4^m ou 5^m. On les sépare avec deux rubans de papier parchemin, d'environ $0^{mm},15$ d'épaisseur. On enroule le tout en spirale ([1]) aussi serrée que possible et on maintient le tout à l'aide de deux morceaux de bois serrés par deux vis. On polit à la lime les deux faces.

» On chauffe l'appareil dans un bain de sable ou sur une lame de cuivre épais placée au-dessus d'un bec Bunsen, jusqu'à la température où le sélénium commence à fondre. On promène alors à la surface un crayon de sélénium et on donne à la couche, aussi mince que possible, la teinte ardoisée caractéristique indiquée par M. G. Bell.

» Ces récepteurs sont continus. Leur construction est extrêmement facile. On peut les polir à la lime et réparer par suite sans difficulté un défaut. On peut leur donner une petite surface, ce qui permet de les placer aisément dans un appareil complexe.

» Ils jouissent d'ailleurs des mêmes propriétés que les récepteurs discontinus ordinaires, plans ou cylindriques.

» On peut préserver les surfaces en les recouvrant d'une lame de mica, ou plus simplement en les vernissant à la gomme laque.

([1]) M. W. Siemens avait déjà, il y a plusieurs années, donné cette forme à des récepteurs composés de fils métalliques, formant sur une plaque isolante une rainure dans laquelle on coulait du sélénium. C'est un de nos aides, M. Humblot, qui m'a donné l'idée d'employer cette forme et qui a construit lui-même le premier récepteur de ce genre.

» On peut aussi leur donner une résistance très variable, depuis 8000^{ohms} à 10000^{ohms} jusqu'à 200000^{ohms}, sans qu'ils cessent de bien fonctionner. Il en résulte la possibilité de placer dans leur circuit, qui contient la pile, un assez grand nombre de récepteurs téléphoniques, *disposés en série* ou *en surface*, dont la résistance peut aller sans inconvénient jusqu'à 200^{ohms}, ce qui permet de faire entendre les effets photophoniques à un grand nombre de personnes à la fois, sans compter d'autres applications qui seront décrites plus tard.

» En particulier, je puis dire que l'un de ces récepteurs, de 7^{cq} de surface seulement, donne à la lumière oxhydrique, dans un téléphone Gower de 235^{ohms} de résistance, muni de son cornet acoustique, des sons qui s'entendent à 2^{m} ou 3^{m} de distance.

» Je me sers actuellement de ces récepteurs pour l'étude du mécanisme de la transformation d'énergie qui constitue la photophonie due au sélénium. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les causes perturbatrices de la transmission téléphonique*. Note de M. A. Gaiffe.

« Ayant remarqué que les téléphones transmettent, en même temps que la parole, des bruits d'origine inconnue, je me suis livré à quelques essais, en vue de rechercher si les causes de ces bruits ne seraient pas celles qui s'opposent à la transmission téléphonique à grande distance.

» Afin de me mettre à l'abri de toute cause d'erreur, j'ai disposé les appareils de la manière suivante :

» La ligne, qui avait une longueur de 20^{m} environ, était posée sur le sol de plusieurs chambres, dont toutes les portes de communication étaient fermées ; elle était reliée, par une de ses extrémités, à une paire de téléphones, au moyen de conducteurs souples, destinés à arrêter les sons qui auraient pu se communiquer mécaniquement de proche en proche à travers le métal jusqu'aux téléphones. Par surcroît de précaution, le circuit était complété, entre ceux-ci, par un autre fil souple, sur le trajet duquel se trouvait une pédale interruptrice, permettant de couper le circuit, sans changer en rien la nature des communications entre la ligne et les téléphones, et de constater ainsi que les bruits entendus avaient bien une origine électrique. L'opérateur agissait à l'autre extrémité de la ligne, qui n'était en rapport, ni directement ni par induction, avec aucun générateur électrique.

» J'observai d'abord que le courant naissant sous l'influence du frottement de deux fils, de même nature ou de natures différentes, ou encore celui que produit le serrage d'une vis de pression réunissant deux parties du conducteur, j'observai, dis-je, que ces courants s'entendent dans les téléphones. Si l'on veut rendre le phénomène très énergique, il suffit de terminer un des fils de ligne par une lime, l'autre par une tige métallique, et de frotter la tige sur la lime. On entend alors très distinctement, dans les téléphones, le bruit de la lime mordant le métal.

» On comprend facilement que, lorsque les lignes télégraphiques aériennes servent à la transmission téléphonique, cette première cause soit suffisante pour la gêner beaucoup, puisque ces lignes sont formées de tronçons de fils de fer, réunis, aux tendeurs et entre eux, par des ligatures plus ou moins parfaites, et qu'elles sont dans une agitation continuelle. Mais cette cause d'insuccès pourrait être écartée, en remplaçant les ligatures simples par des soudures.

» Malheureusement, il en existe une autre plus grave. Je veux parler de courants naissant sous l'influence des vibrations elles-mêmes, courants dont j'avais admis l'existence *a priori*. Pour vérifier mon hypothèse, je plaçai dans le circuit, à l'extrémité de la ligne opposée aux téléphones, une baguette de fer de $1^{m},50$ de longueur environ, reliée au système par des conducteurs souples, gênant peu ses vibrations; je fis frapper, tantôt transversalement, tantôt longitudinalement, sur cette baguette, avec un marteau. Les sons déterminés par les chocs étaient reproduits nettement par les téléphones avec leurs caractères propres.

» Cette expérience, répétée sur des baguettes de cuivre et de laiton, n'a donné que des résultats négatifs. Il semble que le phénomène ne se produise que comme effet des vibrations déterminées dans le fer. Est-il dû au changement moléculaire que subit ce métal, ou à une action inductrice particulière? C'est ce que des expériences ultérieures montreront, je l'espère.

» Si, comme cela est probable, les vibrations causées par le vent agissent sur les lignes de fil de fer, comme les chocs sur une baguette de faible longueur, il paraît difficile de correspondre, à de grandes distances, avec le matériel de transmission existant, tant qu'on n'aura pas trouvé le moyen de faire parler les téléphones à l'aide d'actions électriques assez énergiques pour que les courants naissant dans la ligne même ne puissent plus être une cause de trouble appréciable. »

CHIMIE. — *Sur la préparation et les propriétés du protochlorure de chrome et du sulfate de protoxyde de chrome.* Note de M. H. MOISSAN.

« Tandis que les combinaisons produites par les deux oxydes de chrome Cr^2O^3 et CrO^3 ont été l'objet de nombreux travaux, l'étude des composés formés par le protoxyde CrO a été plus négligée. On sait que, dans un Mémoire publié en 1844, M. Peligot [1] a annoncé la découverte du protochlorure de chrome, de l'acétate de protoxyde de chrome et d'un sulfate double de chrome et de potasse appartenant à la série magnésienne. La difficulté de préparation de ces sels, qui, au contact de l'oxygène, se transforment bien plus rapidement que les sels ferreux en sels de sesquioxyde, a été cause sans doute du petit nombre de recherches entreprises sur ce sujet.

» Ayant repris cette étude, j'ai essayé d'abord de préparer le protochlorure de chrome par divers procédés.

» *Photochlorure de chrome.* — Ce composé a été obtenu par M. Peligot en faisant passer à haute température un volume limité de chlore sur un excès de sesquioxyde de chrome mélangé de charbon. Vers la même époque, Möberg [2] obtint ce produit, mais beaucoup moins pur, par l'action d'un courant d'hydrogène sur le sesquichlorure de chrome chauffé au rouge.

» J'ai préparé le protochlorure de chrome :

» 1° Par l'action d'un courant d'acide chlorhydrique sec, au rouge, sur la fonte de chrome préparée par le procédé de M. Deville.

» Dans ces conditions, le protochlorure est cristallisé, parfaitement blanc et mélangé avec les parcelles de carbone restées inattaquées.

» Si, au lieu de maintenir le chrome dans un courant d'acide chlorhydrique au rouge, on emploie à la même température un courant de chlore, on obtient le sesquichlorure Cr^2Cl^3.

» 2° Par l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur le sesquichlorure de chrome. Dans un tube de verre de Bohême contenant du sesquichlorure de chrome porté au rouge, on fait passer des vapeurs de chlorhydrate d'ammoniaque; le sesquichlorure est réduit, et il se forme du protochlo-

---

[1] *Recherches sur le chrome,* par M. Peligot (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XII, p. 528).

[2] *Sur le protoxyde de chrome;* par M. Möberg (*Journal für prakt. Chemie,* t. XLIII, p. 114).

rure se présentant sous forme de paillettes blanches, micacées, ayant conservé la forme du sesquichlorure employé. La composition de ce produit répond à la formule CrCl. Cette réaction ne se fait bien qu'à une température voisine de celle du ramollissement du verre ordinaire.

» Pour obtenir de plus grandes quantités de protochlorure de chrome, je me sers d'une cornue de porcelaine tubulée portant un tube de même substance, que l'on peut déboucher à volonté. Le col de la cornue est placé dans une allonge inclinée qui sert à condenser l'excès de chlorhydrate d'ammoniaque, et qui laisse dégager l'acide chlorhydrique formé. La cornue étant à moitié remplie de sesquichlorure de chrome sec, mélangé d'un peu de chlorhydrate d'ammoniaque, on la porte au rouge et on laisse tomber de temps à temps, par le tube, des fragments de chlorhydrate d'ammoniaque, qui se volatilisent, se décomposent en partie et réduisent le chlorure. J'ai obtenu souvent, en opérant de cette manière, un protochlorure de chrome fondu, cristallisé en longues aiguilles opaques, enchevêtrées, et contenant parfois une petite quantité de sesquioxyde.

» Le protochlorure ainsi préparé, mis en contact d'eau privée d'air, fournit une solution d'un beau bleu, dont M. Peligot a étudié les propriétés.

» *Sulfate de protoxyde de chrome.* — J'ai obtenu ce sel par l'action de l'acide sulfurique sur l'acétate de protoxyde de chrome. Je commence par réduire une solution de sesquichlorure de chrome par l'hydrogène produit dans la liqueur même au moyen de zinc et d'acide chlorhydrique. Cette méthode, indiquée par M. Debray pour réduire la solution de certains sesquichlorures, et particulièrement celle de sesquichlorure de chrome, permet d'opérer facilement à l'abri de l'air et fournit du protochlorure de chrome parfaitement bleu. Le mélange de chlorure chromeux, de chlorure de zinc et d'un très léger excès d'acide chlorhydrique, est précipité par l'acétate de soude en solution concentrée. En opérant la réduction dans certaines conditions, il ne se précipite que de l'acétate de protoxyde de chrome. Ce sel rouge est lavé par décantation. Si l'on traite ensuite cet acétate de protoxyde de chrome, encore humide, par de l'acide sulfurique pur étendu, on obtient une solution bleue qui, par refroidissement, laisse déposer de très beaux cristaux bleus. Ces cristaux sont séparés des eaux mères, lavés et séchés dans un courant d'acide carbonique complètement exempt d'oxygène. Leur composition correspond à la formule

$$CrO, SO^3, 7HO.$$

» Je me suis assuré que ces cristaux sont isomorphes avec les sulfates

de protoxyde à 7 équivalents d'eau, en faisant une solution sursaturée de sulfate de protoxyde de chrome et en y ajoutant un petit cristal de sulfate de protoxyde de fer, $FeO SO^3, 7HO$, qui a déterminé immédiatement la cristallisation.

» Ce sel, aussitôt qu'il se trouve en présence de l'oxygène, l'absorbe avec rapidité. Sa faculté réductrice est telle que, si l'on abandonne pendant quelques jours le sulfate de protoxyde de chrome en présence de l'acide acétique provenant de l'acétate de protoxyde employé dans la préparation, les cristaux que l'on obtient sont entièrement formés de sulfate de sesquioxyde. L'acide acétique a été réduit et le chrome peroxydé.

» Comme le sulfate de protoxyde de fer, le sulfate de protoxyde de chrome absorbe avec facilité le bioxyde d'azote, en se colorant en brun.

» Si l'on met en contact l'acétate de chrome humide, non plus avec de l'acide sulfurique étendu, mais avec un excès d'acide sulfurique concentré, on obtient un précipité blanc cristallin, qui est un sulfate de protoxyde de chrome renfermant moins d'eau que le précédent.

» Je continue ces recherches et j'espère soumettre bientôt à l'Académie de nouveaux résultats. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons phosphoplatiniques.* Note de M. E. Pomey.

« M. Schützenberger a décrit toute une série de composés dérivant des deux corps $PhCl^3, PtCl^2$ et $(PhCl^3)^2 PtCl^2$, et notamment parmi eux les deux éthers $Ph(C^2H^5O)^3 PtCl^2$ et $[Ph(C^2H^5O)^3]^2 PtCl^2$, auxquels il a donné les noms d'*éthers phosphoplatineux* et *phosphoplatinique*. J'ai essayé l'action du perchlorure de phosphore sur le premier de ces éthers, dans l'espérance de former la combinaison $Ph(C^2H^4Cl)^3 PtCl^2$ par la substitution de Cl^3 à $(OH)^3$. Mais la réaction ne s'est pas passée dans ce sens. J'ai, en effet, introduit dans un matras 11^{gr} d'éther phosphoplatineux et 16^{gr} de perchlorure de phosphore, desséchés tous deux avec soin, et j'ai chauffé le mélange au bain d'huile. Dès que la température a atteint 40°, la masse s'est mise à fondre en un liquide rouge foncé, qui est entré en ébullition, et il s'est dégagé en même temps du chlorure d'éthyle, reconnaissable à la couleur de sa flamme. Peu à peu, la matière restée dans le matras s'est solidifiée en une masse de couleur brune, qui, chauffée avec du trichlorure de phosphore, a abandonné par refroidissement des cristaux jaunes identiques au corps $(PhCl^3)^2, PtCl^2$. En résumé, la réaction s'est passée d'une façon

régulière, d'après la formule suivante :

$$Ph(C^2H^5O)^3, PtCl^2 + 3(PhCl^5) = 3(C^2H^5Cl) + PhCl^3, PtCl^2 + 3(PhCl^3O).$$

» J'ai ensuite étudié l'action du brome sur l'éther phosphoplatineux. Il suffit de dissoudre ces deux corps, après dessiccation, dans le tétrachlorure de carbone, et de mélanger les deux solutions, pour obtenir un précipité cristallin rouge. En décantant le liquide et desséchant le précipité dans un courant d'air sec, on obtient un produit qui correspond à la formule $Ph(C^2H^5O)^3, PtCl^2, Br^2$.

» J'ai été conduit alors à examiner l'action du chlore sur l'éther phosphoplatineux. J'ai précipité la solution d'éther dans le chlorure de carbone, par une solution saturée de chlore dans ce même véhicule. Le précipité jaune ainsi obtenu présente la composition $Ph(C^2H^5O)^3, PtCl^2, Cl^2$.

» Ces deux composés sont très altérables par l'humidité; il est à peu près impossible de les conserver.

» J'ai traité de même l'éther phosphoplatineux par l'eau de brome, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'absorption. Le composé obtenu est jaune foncé, soluble dans l'alcool et cristallisable. Il a pour composition

$$[Ph(C^2H^5O)^3]^2 PtCl^2, Br^2.$$

» J'ai pu constater que l'éther phosphoplatinique absorbe aussi le chlore; mais je n'ai pas encore déterminé la composition du produit ainsi obtenu [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Des produits de l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur la glycérine.* Note de M. A. Étard, présentée par M. Cahours.

« Dans le but d'étudier plus complètement l'alcaloïde que j'ai découvert en faisant réagir le chlorhydrate d'ammoniaque, à température élevée, sur la glycérine, j'ai préparé une nouvelle quantité de cet alcali par la méthode que j'ai déjà décrite et j'ai fait en même temps quelques réactions dans le but de rechercher s'il n'y avait pas d'autres produits formés simultanément.

» Les produits bruts de la distillation glycérique possèdent une forte réaction acide. Quand on les additionne d'acide sulfurique étendu, qu'on

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger.

les soumet à la distillation avec de la vapeur d'eau et qu'on extrait les eaux de condensation par l'éther, on obtient un corps chloré volatil à 175°, sur lequel j'espère pouvoir revenir bientôt. Les acides qui accompagnent ce produit chloré saturent le carbonate de potasse avec effervescence, mais les sels qui prennent naissance n'ont pu être isolés, leur solution se décomposant, quand on l'évapore, avec formation de composés irritant les yeux à la façon de l'acroléine. Je n'ai pas poussé plus loin cet examen.

» En possession d'une assez forte quantité de l'alcaloïde dont j'ai fait connaître les propriétés dans ma précédente Note, j'en ai étudié de plus près quelques réactions, et j'ai voulu compléter mes analyses, qui n'avaient porté que sur le carbone et l'hydrogène, par le dosage de l'azote. Cette dernière expérience m'a montré que les nombres analytiques que j'ai publiés ($C = 64,7$, $H = 8,5$) s'accordaient aussi bien avec la formule $C^6H^{10}Az^2$, que je dois adopter définitivement, qu'avec la formule C^6H^9AzO d'une hydroxypicoline, que j'avais d'abord choisie par suite d'une coïncidence d'analyse.

» Les dosages d'azote m'ayant indiqué l'existence de 25,6 pour 100 de ce gaz, l'analyse complète de la substance se trouve ainsi faite et sa formule définitivement établie.

» Le corps $C^6H^{10}Az^2$ et la nicotine sont les deux seuls alcaloïdes liquides à réactions pyridiques diazotés qu'on connaisse. Ne pouvant, avec la nouvelle formule que je dois lui assigner, préjuger de sa constitution, je propose de le désigner provisoirement sous le nom de *glycoline*, qui ne comporte aucune supposition sur sa nature. Les chloroplatinate et chloraurate de glycoline que j'ai déjà décrits, et dont j'ai donné la teneur en métal, sont représentés par les formules

$$C^6H^{10}Az^2, 2HClPtCl^4 \quad \text{et} \quad C^6H^{10}Az^2AuCl^3.$$

» Les nouvelles expériences que j'ai faites avec cette base sont les suivantes.

» *Chlorhydrate de glycoline* $C^6H^{10}Az^2, HCl$. — On obtient ce sel, sous la forme de petits mamelons provenant de l'agglomération d'aiguilles disposées en rayons, par l'évaporation de sa solution aqueuse sous une cloche à acide sulfurique; il est très soluble dans l'eau et l'alcool; ses cristaux sont brillants et ne tombent en déliquescence que dans un air très humide. Ce sel est monoacide.

» *Dérivé iodéthylique* $C^6H^{10}Az^2(C^2H^5)I$. — La glycoline traitée par un excès d'iodure d'éthyle et maintenue pendant une heure à 100° donne lieu

à une abondante cristallisation. Le dérivé iodéthylique soumis à la pression et recristallisé dans l'alcool se présente sous la forme d'aiguilles de couleur citronnée, inaltérables à l'air, peu solubles dans l'éther et extrêmement solubles dans l'alcool et dans l'eau.

» Le dosage de l'azote dans ce corps a donné 12,8; le dosage d'iode, 47,3. Les nombres théoriques sont 12,3 et 47,7. On a donc affaire à un dérivé monoiodéthylique. L'acide azoteux fourni par l'action d'une solution d'azotite de soude sur du sulfate acide de glycoline ne paraît attaquer aucunement l'alcaloïde; ce fait est de nature à exclure l'hypothèse d'un groupe (AzH^2) dans sa molécule.

» L'oxydation de la glycoline par l'acide azotique entraînant, ainsi que je l'ai déjà annoncé, sa transformation presque complète en acides carbonique et cyanhydrique, j'ai entrepris l'étude de son oxydation par le permanganate de potassium, qui paraît marcher régulièrement, et sur les résultats de laquelle je reviendrai. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des greffes iriennes. Pathogénie des kystes et des tumeurs épithéliales de l'iris.* Note de M. E. **Masse**, présentée par M. Vulpian.

« Il résulte de nombreuses expériences que je viens de faire, sur des lapins, que des lambeaux de conjonctive, de petits morceaux de peau introduits dans la chambre antérieure de l'œil, à l'aide d'une incision faite à la cornée, se greffent assez facilement sur l'iris. Les lambeaux de ces tissus, abandonnés dans la chambre antérieure de l'œil, vont s'accoler à la face antérieure de l'iris; l'adhésion se fait sans qu'il existe une plaie au niveau de la greffe et sans que la greffe ait pénétré dans le tissu même de l'iris.

» Les tissus greffés subissent d'abord une certaine résorption, les lambeaux irréguliers s'arrondissent et prennent une couleur blanche. Au bout d'un certain temps, la greffe prend la forme d'une petite perle fine; elle présente les plus grandes analogies avec les kystes et les tumeurs épithéliales qui se développent quelquefois sur l'iris de l'homme, après les plaies pénétrantes de la cornée.

» Les petites tumeurs qui se développent ainsi par la greffe peuvent se vasculariser; j'ai vu des anses vasculaires, parties de l'iris, se développer et se ramifier à leur surface. Chez les lapins, ces tumeurs restent toujours

assez petites, mais elles ne disparaissent pas. Je conserve, depuis huit mois, des lapins qui ont des greffes de ce genre.

» J'ai pu greffer sur l'iris, par ce même procédé, de petites portions de peau renfermant des cils. Les cils ont été englobés dans la tumeur qui s'est formée par la greffe.

» Je me suis assuré, par l'examen microscopique, de la nature des greffes ainsi obtenues; elles sont formées d'une couche très épaisse d'épithélium pavimenteux; sous cet épithélium, se trouve du tissu conjonctif qui s'unit au tissu conjonctif de l'iris.

» J'ai vu se développer, au centre d'une greffe de conjonctive, une véritable cavité kystique. La tumeur, qui était d'abord blanche, était devenue translucide.

» On peut donc obtenir par la greffe irienne des tumeurs épithéliales et des tumeurs kystiques. Cette théorie, émise sans preuves expérimentales par Rothmund en 1871, peut être soutenue à l'aide des faits que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Les kystes et les tumeurs épithéliales de l'iris qui se développent chez l'homme après les plaies pénétrantes de la cornée peuvent être dus à des greffes de lambeaux de conjonctive ou de morceaux de peau, qui pénètrent, au moment du traumatisme, dans la chambre antérieure de l'œil.

» Des cils munis de leurs follicules peuvent également se greffer sur l'iris. Les cellules des follicules pileux deviennent le germe, le point de départ de petites tumeurs épithéliales. Chez un forgeron, à la suite d'un traumatisme, trois cils ayant pénétré dans la chambre antérieure de l'œil, j'ai vu se former, près du bulbe de chacun d'eux, trois petites tumeurs arrondies comme de petites perles fines. La théorie de la greffe nous rend compte parfaitement de la pathogénie de ces tumeurs.

» Nous comprenons aussi, à l'aide de cette théorie, pourquoi la plupart des kystes et des tumeurs épithéliales de l'iris se forment chez l'homme après des plaies pénétrantes de la cornée.

» La formation des kystes et des tumeurs de l'iris qui succèdent au traumatisme peut donc s'expliquer par la théorie émise par Rothmund. Les expériences que je viens de faire sur les animaux prouvent que cette théorie, qui n'était considérée jusqu'à présent que comme une hypothèse, peut être justifiée par des expériences très concluantes sur les animaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur la nature et l'ordre d'apparition des roches éruptives anciennes que l'on observe dans la région des volcans à cratères du Puy-de-Dôme.* Note de M. **A. Julien**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'étude que nous avons faite du terrain cambrien compris entre la vallée de la Sioule et la Limagne nous a permis de découvrir les relations d'âge qui existent entre les roches éruptives anciennes du vaste plateau qui supporte l'appareil volcanique moderne du Puy-de-Dôme. Ces roches éruptives sont les suivantes : granite porphyroïde; granite ordinaire à grains moyens; leptynite (granulite de M. Michel Lévy); pegmatite avec tourmaline et grenats; roches amphiboliques, diorite, amphibolite et pétrosilex amphibolique. Sauf le granite porphyroïde qui forme de vastes épanchements, toutes ces roches sont à l'état de filons, très nets et extrêmement nombreux. Ceux de leptynite et de pegmatite ont une direction moyenne N.-S, avec de légères déviations soit à l'est, soit à l'ouest. Ceux de roches amphiboliques, au contraire, courent en général vers l'O.-N.-O. Leur ordre d'apparition est celui-ci : au début, épanchements de granite porphyroïde : c'est le granite le plus ancien de la région; puis granite à grains moyens, en filons puissants dans le granite porphyroïde.

» Ensuite viennent les filons de diorite. Durant le cours de leur émission, des granites amphiboliques ont été injectés entre Aydat et Phialeix, et ceux-ci, à leur tour, ont été traversés par des veines de pétrosilex amphibolique à nuance rose et verte.

» D'innombrables filons de leptynite ont paru ensuite, et les pegmatites ont terminé enfin cette longue série de phénomènes éruptifs. Ces deux dernières roches sont toujours distinctes et ne passent jamais de l'une à l'autre. Toutes ces relations sont écrites sur ce magnifique plateau, si célèbre par son appareil volcanique moderne, en caractères d'une admirable netteté qui ne laisse aucune place au doute ni à l'incertitude. Bien qu'on puisse les vérifier sur une foule de points, je signalerai seulement quelques localités privilégiées, qui mériteraient à ce point de vue de devenir classiques.

» 1° Aux côtes de Ceyrat, le long du chemin qui s'élève sur les flancs de la falaise granitique, jusqu'à Berzet, le granite porphyroïde qui forme la falaise empâte d'énormes blocs de phyllades cambriennes. De beaux

filons très nets de granite moyen, dont quelques-uns ont plusieurs mètres d'épaisseur, traversent le granite porphyroïde. L'un d'eux rencontre sur son trajet un de ces blocs emballés de phyllade. Des filons de leptynite traversent aussi les granites porphyroïde et moyen, et l'un d'eux, par l'effet d'un hasard heureux, recoupe le bloc de phyllade déjà traversé par le filon de granite à grains moyens.

» 2° Dans le quadrilatère compris entre Theddes, Chadrat, Saint-Genès Champanelle et Berzet, le granite porphyroïde, emballant de toute part des centaines de lambeaux cambriens, s'injecte en filons, en filets et en veines, ramifiés et anastomosés, à travers les fentes et les feuillets de ces blocs. L'état de fluidité extrême du granite lors de son apparition se montre avec une netteté saisissante. Nulle trace de métamorphisme. D'innombrables filons N.-S. de leptynite et de pegmatite traversent tout ce système.

» 3° A Recolène, à 100^m en avant du village, un superbe filon de diorite, enclavé dans les quartzites cambriens, est nettement recoupé par un beau filon de leptynite de $0^m,20$ d'épaisseur.

» 4° Entre Sauteyras et Aydat, sur le bord du charmant lac de ce nom, région privilégiée des roches amphiboliques, on observe le long du chemin, à 100^m de Sauteyras, un puissant filon de diorite N. 50° O., traversant le granite porphyroïde ainsi qu'un bloc métrique de phyllade emballé. Il est à son tour recoupé par un filon de $0^m,20$ de pegmatite tourmalinifère.

» 5° Enfin, à la sortie du village de Theddes, vers la dernière maison, un beau filon de leptynite de $0^m,30$ est coupé presqu'à angle droit par un filon de même puissance de pegmatite à tourmaline.

» Je pourrais citer nombre de localités, dans cette vaste région, où ces relations se vérifient sans aucune exception. Les observations que j'ai faites d'autre part dans la Loire, l'Allier et Saône-et-Loire, me permettent d'affirmer que la sortie de toutes ces roches, depuis le granite porphyroïde jusques et y compris la pegmatite, était terminée lors des dépôts dévoniens et carbonifères, et qu'il faut fixer la date de leur émission à l'époque silurienne. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie, par l'organe de son doyen, M. Hermite, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante dans son sein par le décès de M. *Chasles*.

En première ligne.	M. **Camille Jordan**.
En deuxième ligne.	M. **Gaston Darboux**.
En troisième ligne.	M. **Laguerre**.
En quatrième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Halphen**. M. **Mannheim**.
En cinquième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Appell**. M. **Émile Picard**. M. **Poincaré**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mars 1881.

Discours prononcé sur la tombe de M. Kuhlmann, le 29 *janvier* 1881; *par* M. Gosselet. Lille, impr. L. Danel, 1881; br. in-8°.

Comité international des poids et mesures. Procès-verbaux des séances de 1880. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°. (Deux exemplaires.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; par Paul Hallez. 1re Thèse : *Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés;* 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté*. Lille, impr. Danel, 1879; in-4°. (Adressé par l'auteur au Concours de Physiologie expérimentale.)

Mer des Indes. Cartes de la direction et de l'intensité probables des vents; par

L. BRAULT; janvier à décembre. Paris, au Dépôt des Cartes et Plans de la Marine; 4 Cartes grand aigle.

Toute la vérité sur le point et sur le chronomètre; par L. PAGEL. Paris, Challamel aîné, 1880; br. in-8°. (Renvoyé à une Commission spéciale.)

Note sur l'absinthe; par C. HUSSON (de Toul). Paris, V.-A. Delahaye, 1880; br. in-8°.

Note sur les caractères de la viande saine et de la viande altérée; par M. C. HUSSON (de Toul). Nancy, impr. P. Sordoillet, 1881; br. in-8°.

Peinture sur porcelaine et sur faïence fine. Méthode nouvelle pour cuire chez soi les peintures vitrifiables; par M. GABELLE. Paris, A. Ghio, 1881; br. in-8°.

Etude sur l'hydrure de salicyle; par P. APÉRY. Constantinople, typogr. Zellich, 1881; br. in-12.

Contribution à la théorie du changement des variables dans le calcul des intégrales simples et multiples; par L. SALTEL. Bordeaux, impr. Gounouilhou, sans date; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Sul fenomeno di marea osservato nelle miniere carbonifere di Dux in Boemia, di G. GRABLOVITZ. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Estratto dal *Bollettino della Societa adriatica di Scienze naturali in Trieste.*)

G. GRABLOVITZ. *Il terremoto di Zagabria. Cause presunte ed effetti osservati.* Sans lieu ni date; br. in-8°. (Estratto dal periodico *Mente e Cuore.*)

R. Accademia delle Scienze di Torino. Elenco degli Accademici. Torino, Stamp. reale, 1881; br. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI; vol. IX, 1880. Roma, Paolini, 1881; in-4°.

Sopra una proprieta delle funzioni interpolari. Nota di A. GENOCCHI. Torino, E. Loescher, 1881; br. in-8°.

Ueber causalmechanische Entstehung der Organismen von Pilgermann. Stuttgard, J. Hensel, 1881; in-12°.

On the production and reproduction of sound by light; by A. GRAHAM BELL. Sans lieu ni date; br. in-8°. (From the *American journal of Science,* vol. XX, october 1880.)

The mediterranean pilot; vol. III. — *Africa pilot, or sailing directions for the west coast of Africa,* Part I. — *Norway pilot,* Part II. — *Tide tables for the British and Irish ports, for the year* 1881. — *Admiralty catalogue of Charts, Plans, and Sailing directions.* — *The admiralty list of lights in the British Islands,* 1881. — *The admiralty list of lights on the north and west coast of France, Spain and Portugal, etc.,* 1881. — *The admiralty list of lights in the North sea, the Baltic and the White sea,* 1881. — *The admiralty list of lights in*

the Mediterranean, Black and Azof seas, and gulf of Suez, 1881. — *The admiralty list of lights in the United-States of America*, 1881. — *The admiralty list of lights on the coasts and lakes of British North America*, 1881. — *The admiralty list of lights in the West-India Islands, etc.*, 1881. London, 1880-1881; 3 volumes et 12 br. in-8°, et 23 Cartes grand aigle. (Transmis par l'Amirauté anglaise.)

Flora Batava, livr. 249 à 252. Leyden, de Breuck et Smits, sans date; 4 livr. in-4°.

Geographical explorations and Surveys west of the 108th *meridian. Topographical Atlas* (crayon). Wheeler, 1875; in-folio.

DISCOURS PRONONCÉ AUX FUNÉRAILLES DE M. DELESSE.

DISCOURS DE M. DAUBRÉE,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, DU CORPS DES MINES ET DE L'ÉCOLE DES MINES.

« L'Académie des Sciences et le Corps des Mines viennent de faire une perte bien douloureuse.

» C'est en leur nom et en celui de l'École des Mines, où Delesse a été quinze ans professeur, que j'apporte à ce confrère, à ce collègue, à cet ami, le tribut de nos amers regrets.

» Après de solides et brillantes études dans sa ville natale, à ce lycée de Metz qui fournissait tant d'élèves à l'École Polytechnique, Delesse fut admis à l'âge de vingt ans à cette École, d'où, en 1839, il sortit le premier de sa promotion, pour entrer dans le Corps des Mines.

» Dès ses débuts, l'élève-ingénieur s'appliqua avec ardeur aux Sciences auxquelles il devait vouer son existence entière.

» Les voyages qu'il fit alors et qu'il continua plus tard, en France, en Allemagne, en Pologne, en Angleterre et en Irlande, vinrent confirmer et féconder cette vocation.

» Il ne tarda pas à atteindre des résultats scientifiques remarquables, et, comme récompense, en 1845, l'Université lui confia le cours de Minéralogie et de Géologie à la Faculté de Besançon, où Delesse remplissait en même temps les fonctions d'ingénieur des Mines.

» Après cinq années, il revint à Paris, où il conserva des fonctions universitaires, d'abord comme suppléant du cours de Géologie à la Sorbonne, puis en qualité de maître de conférences à l'École Normale supérieure. En outre, il remplissait son service d'ingénieur des Mines dans l'inspection des carrières de Paris.

» Les premières recherches originales du jeune savant concernent la Minéralogie pure : il a étudié un certain nombre d'espèces, dont la nature chimique était encore incertaine ou tout à fait inconnue, et son nom a été attribué à l'une de celles qu'il a définies. Il étudia aussi et avec succès les intéressantes modifications désignées sous le nom de *pseudomorphoses*, le mode d'association des minéraux entre eux, ainsi que leurs propriétés magnétiques.

» Ses qualités d'habile minéralogiste lui ont été d'un grand secours, dans la culture d'une des branches de la Géologie à laquelle Delesse a rendu d'éminents services, dans la connaissance des roches d'origine ignée et d'autres qui s'y rattachent. Il a étudié dans la nature et suivi dans des investigations approfondies de laboratoire, pendant quinze ans, avec une intelligente et infatigable persévérance, et au moyen de centaines d'analyses, les masses éruptives les plus variées, dont la connaissance éclaire les principes mêmes de la Science : depuis les granites et les syénites jusqu'aux euphotides, aux mélaphyres et aux basaltes.

» Après trente ans d'étude et de progrès, d'autres savants, sans rien changer de ses conclusions, ont pu pénétrer plus avant dans la connaissance intime des roches; mais l'historien de la Science n'oubliera pas que Delesse a été un précurseur pour cet ordre de recherches.

» Longtemps encore ses études sur le métamorphisme honoreront le nom de Delesse. Les modifications minéralogiques que les roches éruptives ont fait subir aux masses, à travers lesquelles elles ont été poussées, sont des témoins permanents, qui étaient bien faits pour attirer toute son attention. La comparaison chimique de la roche métamorphique avec la roche normale faisait nettement ressortir la nature des substances acquises ou perdues. L'un des principaux résultats de ces analyses a été de restreindre l'importance attribuée jusqu'alors à la chaleur seule et à signaler, dans plus d'un cas, l'intervention de sources thermales et d'autres émanations profondes, auxquelles les roches éruptives ont simplement frayé les voies.

» Il n'est pour ainsi dire pas de sujet relatif à l'histoire des roches que Delesse n'ait abordé, comme le témoignent encore ses travaux sur leur imbibition par l'eau, sur leur écrasement, ainsi que son Volume relatif aux

Matériaux de construction, publié à l'occasion de l'Exposition universelle de 1855.

» La nature des dépôts qui continuent à s'opérer chaque jour au fond des mers offre un fécond intérêt pour le géologue. Il y trouve, en effet, un précieux terme de comparaison avec les terrains stratifiés, qui, malgré l'énorme épaisseur avec laquelle ils constituent une partie des continents, sont d'origine analogue. Delesse a laborieusement étudié les produits d'innombrables sondages opérés dans la plupart des mers. Il en a coordonné les résultats dans un Ouvrage devenu classique, avec le bel Atlas de cartes sous-marines qui l'accompagne.

» Sans ralentir jamais ses propres travaux, il aimait à faire valoir ceux des autres. La *Revue des progrès de la Géologie*, dont il a enrichi les *Annales des Mines* pendant vingt années, aurait peut-être suffi à absorber tous les instants d'un savant moins actif, et moins prompt à apprécier la portée d'une découverte.

» Cet infatigable théoricien ne négligea jamais les applications de la Science. La nature et la configuration des assises qui constituent le sous-sol; le cours et la profondeur des nappes d'eau souterraines; la composition minéralogique de la terre végétale ont été par lui représentées sur diverses cartes, dressées suivant des méthodes de notations qui lui sont propres. Ses coupes suivant le tracé de plusieurs de nos grandes lignes de chemin de fer, en éclairant la constitution du sol sur lequel elles sont établies, sont aussi d'une utilité journalière.

» Tout en poursuivant ses nombreux travaux scientifiques, Delesse ne cessa pas de s'acquitter, avec une régularité parfaite, de ses fonctions dans le Corps des Mines. Ayant, en 1864, quitté le service des carrières de Paris, qu'il occupait depuis dix-huit ans, il fut nommé professeur d'Agriculture, de drainage et d'irrigations à l'École des Mines, où il a créé cet enseignement, avant d'être appelé à fonder le cours de Géologie à l'Institut agronomique.

» Promu Inspecteur général des Mines en 1878, et chargé de la division du sud-est de la France, il a conservé jusqu'à la fin de sa vie ces nouvelles fonctions, pour lesquelles l'École des Mines l'a vu, avec regret, abandonner ses excellentes leçons.

» Pendant la guerre de 1870, Delesse a rempli ses devoirs de citoyen en concourant, comme ingénieur, à la fabrication des cartouches dans les départements.

» Sa nomination à l'Académie des Sciences, qui eut lieu le 6 janvier 1879, avait satisfait bien justement la noble ambition de toute sa vie.

» Il fut, pendant deux années, Président de la Commission centrale de la Société de Géographie, dont il présida le Congrès international de 1875. Il présida également la Société géologique. Il appartenait à la Société nationale d'Agriculture, ainsi qu'à un grand nombre d'Académies et de Sociétés étrangères.

» Nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1854, il fut promu officier en 1876.

» Il ne devait pas jouir longtemps de ces positions noblement conquises par son intelligence, son travail, sa science et la dignité de son caractère. Lorsque deux coups douloureux l'eurent frappé comme père, il avait ressenti une première atteinte de la grave maladie qui devait avoir des conséquences si funestes. Son activité d'esprit n'en fut point affaiblie; il n'a cessé de travailler sur son lit de souffrance et de douleur, ainsi que le témoignent les Rapports qu'il préparait journellement pour le Conseil général des Mines, et celui que, naguère, il adressait à l'Académie à l'occasion de ses Concours.

» L'étendue et la rectitude d'esprit de Delesse, son étonnante puissance de travail, sa science profonde, sa douceur sympathique, qui était associée à une modestie vraie et à une grande loyauté de caractère, l'ont fait estimer et chérir à toutes les époques de son utile carrière.

» Cette douceur patiente ne l'a pas abandonné dans les étreintes de sa longue maladie. Les soins, aussi éclairés qu'affectueux, qu'il recevait d'une compagne digne de lui et d'un fils dévoué, furent impuissants contre ce mal, et lorsqu'il s'éteignit, le 24 mars, notre ami trouvait encore dans sa foi sincère la force d'une inaltérable résignation.

» En disant un douloureux adieu au confrère, au camarade que nous pleurons, témoignons hautement du souvenir que nous conserverons toujours de ses belles qualités de cœur et d'esprit, et du culte qu'il a voué pendant toute sa vie à la Science et au devoir. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AVRIL 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. DE QUATREFAGES présente à l'Académie, au nom du Comité de la médaille de M. Edwards, dont il était Président, un exemplaire de cette médaille, et ajoute les paroles suivantes :

« L'Académie se souvient qu'un Comité s'était formé spontanément, il y a quelque temps, dans le but de faire frapper une médaille à l'effigie de M. Edwards. Ce Comité, comprenant tous les zoologistes, anatomistes et physiologistes de l'Académie et des grands corps enseignants de Paris, voulait consacrer ainsi l'achèvement du grand Ouvrage auquel notre illustre confrère a travaillé pendant vingt-cinq ans, les *Leçons d'Anatomie et de Physiologie comparées*. L'Académie voulut s'associer à cette démonstration : tous ses Membres, quelle que soit leur spécialité scientifique, figurent sur la liste de souscription.

» Le Comité a trouvé le même empressement dans l'Europe savante tout entière. Des hommes très étrangers aux Sciences anatomiques ou physiologiques ont tenu à s'associer à cet hommage rendu au savoir et au travail.

» Cet assentiment général s'explique aisément. Quelque étranger que l'on puisse être aux Sciences naturelles, on comprend, sans hésitation, la haute

valeur d'un livre écrit tout entier par un homme éminent qui travaille et enseigne depuis près de soixante ans; qui a condensé dans cet Ouvrage l'immense trésor de savoir amassé par un long labeur, et en coordonne les détails infinis par des lois générales depuis longtemps si bien acceptées dans la Science que l'on en oublie parfois l'auteur. Ce livre, qui présente le tableau complet du passé et du présent des sciences anatomiques et physiologiques, qui montre les directions à suivre et permet presque de prévoir l'avenir, est dès maintenant et sera bien longtemps encore pour tous les travailleurs ce qu'a été jadis le grand Ouvrage de Haller.

» Voilà pourquoi l'appel du Comité a été si bien entendu et pourquoi, en présentant hier à notre illustre confrère la médaille dont j'ai l'honneur de déposer un exemplaire sur le bureau de l'Académie, nous avons pu la lui offrir au nom du monde savant tout entier. »

ASTRONOMIE. — *Sur les mesures micrométriques effectuées pendant le passage de Vénus du 8 décembre* 1874; par M. **V. Puiseux.**

« De nombreuses mesures micrométriques ont été effectuées pendant le dernier passage de Vénus, à l'île Saint-Paul par MM. Mouchez et Turquet, à Pékin par MM. Fleuriais et Bellanger. Si les distances mesurées avaient été obtenues avec une exactitude suffisante, il eût été possible d'en déduire une détermination de la valeur précise de la parallaxe solaire. Mais les observateurs, quelle que fût leur habileté, se sont trouvés, à cet égard, dans des conditions extrêmement défavorables, et, tout en rapportant, sans exception, les résultats de leurs mesures, ils ne dissimulent pas qu'elles ne leur inspirent qu'une confiance fort limitée (1).

---

(1) J'extrais le passage suivant d'une Note que M. l'amiral Mouchez a bien voulu me remettre :

« Les équatoriaux avaient été construits en vue principalement de l'observation des contacts et très légèrement montés, afin d'en faciliter le transport. Il en est résulté que, à Saint-Paul surtout, où le vent a été très violent pendant toute la durée du passage, la lunette oscillait avec une rapidité et une continuité telles, qu'il était extrêmement difficile, impossible même à certains moments, de faire usage du micromètre. L'étendue des oscillations, qui s'élevait souvent à quinze ou vingt secondes, atteignait même, pendant les rafales, plusieurs minutes. Il aurait peut-être mieux valu laisser de côté, dans le Rapport imprimé, un grand nombre de mesures douteuses, mais j'ai préféré publier intégralement toutes les observations faites, bonnes ou mauvaises. »

Les mesures effectuées par M. Turquet, à l'équatorial de 6 pouces, également gênées

» Il m'a paru, cependant, qu'il n'était pas sans intérêt de discuter ces nombreux documents et d'examiner, en considérant comme fortuites les erreurs dont ils peuvent être affectés, quelle valeur probable il en résulte pour la parallaxe solaire. C'est le résultat de cette recherche que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Les mesures micrométriques faites à Saint-Paul et à Pékin peuvent être rangées dans les cinq catégories suivantes :

» α. Mesure de la distance du centre de Vénus au bord voisin du Soleil;

» β. Mesure de la distance du bord du Soleil au bord voisin de Vénus;

» γ. Mesure de la distance du bord du Soleil au bord opposé de Vénus;

» δ. Mesure de la distance des cornes du disque solaire;

» ε. Mesure de la distance entre la corde commune aux deux disques et le bord visible de Vénus.

» Les nombres des mesures de chaque espèce que j'ai relevées dans les Rapports imprimés des missions de Saint-Paul et de Pékin sont respectivement : 159, 134, 6, 49, 45; total, 393.

» Voici, pour ces diverses catégories, la forme de l'équation fournie par chaque mesure effectuée :

$$\alpha.\quad S\,\delta\Pi + \cos\partial\,\delta X + \sin\partial\,\delta Y - \delta\rho \qquad - \frac{dD}{dt}\delta L + \Delta_o - \Delta_p = 0,$$

$$\beta.\quad S\,\delta\Pi + \cos\partial\,\delta X + \sin\partial\,\delta Y - \delta\rho + \delta\rho' - \frac{dD}{dt}\delta L + \Delta'_o - \Delta'_p = 0,$$

$$\gamma.\quad S\,\delta\Pi + \cos\partial\,\delta X + \sin\partial\,\delta Y - \delta\rho - \delta\rho' - \frac{dD}{dt}\delta L + \Delta''_o - \Delta''_p = 0,$$

$$\delta.\quad S\,\delta\Pi + \cos\partial\,\delta X + \sin\partial\,\delta Y - \frac{2D_p\rho_p}{A}\delta\rho - \frac{2D_p\rho'_p}{B}\delta\rho' - \frac{dD}{dt}\delta L + \frac{D_p^3}{2AB}(c_o^2 - c_p^2) = 0,$$

$$\varepsilon.\quad S\,\delta\Pi + \cos\partial\,\delta X + \sin\partial\,\delta Y - \frac{2D_p\rho_p}{A}\delta\rho - \frac{2D_p(D_p - \rho'_p)}{A}\delta\rho' - \frac{dD}{dt}\delta L + \frac{2D_p^2}{A}(k_o - k_p) = 0.$$

---

par le vent, ont été contrariées, en outre, par l'arrêt du mouvement d'horlogerie, d'où résultait la nécessité de déplacer la lunette à la main.

Quant aux observateurs de Pékin, s'ils n'ont pas eu à subir des vents aussi violents, on voit néanmoins, par les termes du Rapport de M. Fleuriais, qu'ils ont été médiocrement satisfaits de leurs mesures micrométriques. « Ces documents », dit M. Fleuriais (p. 201 du Rapport sur la mission de Pékin), « ne sont malheureusement pas de nature à inspirer une bien grande confiance; les ondulations d'une part, l'action trop brutale des mouvements de rappel de la lunette d'autre part, ont rendu l'obtention de ces mesures chose fort délicate. »

La même opinion se trouve exprimée dans les Notes de M. Bellanger sur les observations faites par lui à l'équatorial de 6 pouces (p. 205 du même Rapport).

» Les notations S, ∂, $\frac{dD}{dt}$, $\delta\Pi$, δX, δY, $\delta\rho$, $\delta\rho'$, δL conservent la signification que je leur ai attribuée dans ma précédente Communication ([1]); les trois premières de ces quantités sont prises dans le *Recueil de nombres pouvant servir à la discussion des observations du passage de Vénus en* 1874 (*Additions à la Connaissance des Temps pour* 1878); elles se rapportent à l'heure t de l'observation exprimée en temps moyen de Paris et obtenue à l'aide de la longitude provisoire admise pour la station dans le *Recueil* cité. Les longitudes définitives de Saint-Paul et de Pékin, qui ont été adoptées dans les calculs dont je présente ici les résultats, sont respectivement $5^h 0^m,73$ et $7^h 36^m,39$; il en résulte pour δL les valeurs correspondantes $-0^m,20$ et $-0^m,18$.

» J'appelle, pour l'heure t et pour le lieu de l'observation,

ρ_p le demi-diamètre apparent calculé du Soleil,
ρ'_p le demi-diamètre apparent calculé de Vénus,
D_p la distance calculée des centres de ces deux astres,
Δ_p la distance calculée du centre de Vénus au bord voisin du Soleil,
Δ'_p la distance calculée du bord du Soleil au bord voisin de Vénus,
Δ''_p la distance calculée du bord du Soleil au bord opposé de Vénus,
c_p la distance calculée des cornes,
k_p la distance calculée du bord visible de Vénus à la corde commune aux deux disques.

» De ces 8 quantités, les trois premières s'obtiennent à l'aide des Tables et des formules du *Recueil;* les cinq autres se calculent, ainsi que les nombres A et B, par les formules suivantes :

$$\Delta_p = \rho_p - D_p, \quad \Delta'_p = \rho_p - \rho'_p - D_p, \quad \Delta''_p = \rho_p + \rho'_p - D_p,$$

$$c_p^2 = \frac{(\rho_p + \rho'_p + D_p)(\rho_p + \rho'_p - D_p)(D_p + \rho_p - \rho'_p)(D_p - \rho_p + \rho'_p)}{D_p^2},$$

$$k_p = \frac{(\rho_p + \rho'_p - D_p)(D_p + \rho_p - \rho'_p)}{2 D_p}, \quad A = D_p^2 + \rho_p^2 - \rho_p'^2, \quad B = D_p^2 - \rho_p^2 + \rho_p'^2.$$

Je représente enfin par Δ_o, Δ'_o, Δ''_o, c_o, k_o les valeurs mesurées par les observateurs des quantités dont les valeurs calculées ont été appelées Δ_p, Δ'_p, Δ''_p, c_p, k_p.

» M. l'amiral Mouchez exprime, dans son Rapport, l'opinion que, parmi les mesures micrométriques, celles de la distance des cornes, si elles avaient pu se faire dans de bonnes conditions, seraient particulièrement propres à

([1]) *Comptes rendus*, séance du 7 mars 1881.

conduire à une détermination précise de la parallaxe. J'ai voulu, pour ce motif, examiner d'abord ce que donneraient les mesures de ce genre employées séparément.

» Les 49 équations qu'elles fournissent ont été partagées en 12 groupes composés chacun d'équations correspondant à des observations faites dans une même station à des instants voisins les uns des autres. Celles d'un même groupe ont été ajoutées ensemble et la somme a été divisée par leur nombre. J'ai obtenu ainsi 12 équations normales que j'ai traitées par la méthode des moindres carrés, en attribuant à chacune d'elles un poids égal au nombre des mesures qui ont servi à la former.

» Les valeurs des inconnues données par ce calcul sont

$$\delta X = +12'',75, \quad \delta Y = +32'',09, \quad \delta\rho = +27'',19,$$
$$\delta\rho' = +0'',16, \quad \delta\Pi = -0'',14;$$

il s'ensuivrait pour la parallaxe solaire le nombre $8'',86 - 0'',14 = 8'',72$. Mais les valeurs énormes et évidemment inadmissibles de δX, δY, $\delta\rho$ montrent assez qu'on ne peut avoir aucune confiance dans ce résultat. En effet, si l'on cherche les différences que ces corrections laissent subsister entre les distances mesurées et les distances calculées, différences que je désignerai, pour abréger, par le nom de *résidus* (observation moins calcul), on trouve que la moyenne des valeurs absolues de ces résidus s'élève à près de $2''$; 11 d'entre eux surpassent $3''$, et il y en a même un qui atteint $7'',85$. Il faut donc que, parmi les distances des cornes mesurées, il y en ait un assez grand nombre dont l'erreur se monte à plusieurs secondes. Cette conclusion n'a rien qui doive surprendre, si l'on songe aux conditions défavorables dans lesquelles les observations ont été faites.

» J'ai examiné ensuite ce que l'on trouverait en combinant ensemble les 393 équations correspondant à toutes les mesures micrométriques, sans distinction. En suivant une marche analogue à celle que je viens d'indiquer, j'en ai déduit, comme valeurs probables des inconnues,

$$\delta X = -0'',23, \quad \delta Y = -8'',37, \quad \delta\rho = -8'',83, \quad \delta\rho' = +0'',55, \quad \delta\Pi = +0'',46,$$

d'où la parallaxe $9'',32$. Les valeurs de δY et de $\delta\rho$ sont encore trop grandes pour être admises; quant aux 393 résidus correspondant à ces nouvelles déterminations des inconnues, ils varient de $-6'',33$ à $+8'',71$, et la moyenne de leurs valeurs absolues est $1'',36$; 33 d'entre eux surpassent $3''$, abstraction faite du signe. Il est naturel de penser que les

mesures correspondant à ces 33 résidus sont au nombre des moins exactes et qu'en les éliminant du calcul on parviendra à mieux représenter les autres.

» J'ai donc repris le travail en mettant de côté les 33 observations dont il vient d'être question et parmi lesquelles figurent 20 mesures de distance des cornes. Onze de ces dernières ont été prises à Saint-Paul, sous le coup de violentes rafales.

» Le nombre des mesures à utiliser étant ainsi réduit à 360, un calcul pareil au précédent m'a donné

$$\delta X = +0'',95, \quad \delta Y = -4'',26, \quad \delta\rho = -4'',93,$$
$$\delta\rho' = +0'',68, \quad \delta\Pi = +0'',28,$$

d'où la parallaxe 9'', 14. Les résidus se sont alors trouvés compris entre $-3'',42$ et $+3'',16$; la moyenne de leurs valeurs absolues s'est abaissée à 1'',02.

» Sur les 360 résidus, il y en a 44 dont les valeurs numériques surpassent 2''; si l'on met encore de côté les observations correspondantes et qu'on reprenne le calcul avec les 316 mesures restantes, on trouve

$$\delta X = +2'',13, \quad \delta Y = +0'',54, \quad \delta\rho = -0'',57,$$
$$\delta\rho' = +0'',31, \quad \delta\Pi = +0'',15,$$

d'où résulte pour la parallaxe la valeur 9'',01. Les résidus sont alors compris entre $-1'',98$ et $+3'',15$, la moyenne de leurs valeurs absolues étant 0'',80.

» Enfin, 4 de ces 316 résidus surpassant encore 2'', j'ai fait un dernier calcul en excluant les 4 mesures correspondantes. Les 312 équations fournies par les observations restantes ont été partagées en 55 groupes qui ont donné autant d'équations normales, et celles-ci, traitées par la méthode des moindres carrés, ont conduit aux valeurs suivantes, auxquelles nous nous arrêterons :

$$\delta X = +1'',96, \quad \delta Y = +0'',56, \quad \delta\rho = -0'',56,$$
$$\delta\rho' = +0'',23, \quad \delta\Pi = +0'',19,$$

d'où la parallaxe 9'',05. Telle est la valeur probable de la parallaxe solaire à laquelle on parvient, quand on rejette, parmi les 393 mesures micrométriques effectuées à Saint-Paul et à Pékin, celles, au nombre de 81, qui paraissent affectées des erreurs les plus considérables. Les valeurs numé-

riques des résidus correspondant aux 312 observations conservées ont pour moyenne 0″,78; les résidus extrêmes sont $-1'',98$ et $+2'',15$.

» On voit que ces observations s'accordent encore passablement, malgré les circonstances défavorables dans lesquelles elles ont été faites, et il semble permis d'espérer qu'à l'aide d'instruments doués d'une stabilité plus grande, on pourra, en effectuant de nombreuses mesures micrométriques pendant le passage de 1882, arriver à une détermination assez exacte de la parallaxe solaire. »

ASTRONOMIE. — *Note sur les mesures micrométriques du passage de Vénus sur le Soleil;* par M. **Mouchez**.

« A la suite de la Communication que vient de faire notre éminent confrère M. Puiseux sur les observations micrométriques du passage de Vénus de 1874 et au moment où l'on s'occupe des préparatifs de l'observation du prochain passage, je crois opportun de résumer brièvement ce qui paraît résulter des observations faites à Saint-Paul et à Pékin et ce qu'elles semblent conseiller pour la prochaine observation de 1882.

» Il paraît bien démontré aujourd'hui que la méthode de Halley ne peut pas donner, dans la pratique, le degré de précision qu'elle comporterait si les contacts géométriques des deux astres étaient réellement observables; mais les phénomènes lumineux très variés et complexes qui surviennent quand les bords sont très rapprochés et qui permettent de voir déjà l'auréole de Vénus très nettement dessinée à un demi-diamètre de cette planète en dehors du Soleil transforment ces contacts en une série de phases successives, variant à chaque instant, sans solution de continuité, déformant le bord du Soleil et laissant un très grand doute sur le moment qu'il faut choisir comme étant celui des contacts réels; ce doute est au moins de quatre à cinq secondes pour des observateurs très exercés, munis de bons instruments, mais il peut, dans d'autres circonstances, être de dix, quinze ou vingt secondes. Il ne semble donc guère possible de restreindre davantage, par l'application de cette méthode, les limites de l'incertitude de 0″,2 environ qui existe encore sur la parallaxe solaire; la méthode des contacts de Halley, exclusivement employée jusqu'ici pour l'observation du passage de Vénus, a très probablement donné tout le degré d'exactitude qu'elle comporte. Pour les observateurs qui aperçoivent l'auréole de Vénus, les deux cornes sont réunies plusieurs secondes *avant le deuxième contact;* pour ceux qui aperçoivent la goutte noire, les deux cornes restent au con-

traire séparées plusieurs secondes *après le deuxième contact*. Erreur en sens contraire qui doit avoir la plus fâcheuse influence sur le résultat, quand on compare entre elles deux observations si différemment altérées par des phénomènes lumineux et des défauts d'instrument. Il est dès lors nécessaire, dans le prochain passage, tout en observant encore les contacts, d'essayer les mesures micrométriques, qui, non recommandées jusqu'ici, paraissent cependant devoir donner de meilleurs résultats, d'après l'expérience, toute incomplète qu'elle soit, faite à Saint-Paul et à Pékin, et d'après la grande précision que nos instruments modernes permettent d'obtenir dans ce genre de mesures quand ils sont entre les mains d'astronomes exercés.

» Le diamètre de Vénus emploie près de vingt minutes à traverser le bord du Soleil; pendant tout ce temps, l'échancrure offre des variations rapides et faciles à mesurer. Il existe surtout deux périodes favorables, de trois à quatre minutes chacune, où les cornes étant très nettement dessinées, leur distance varie de 5″ à 12″ environ par minute, variation très grande, comparée à la marche relative des deux astres, qui n'est guère alors que de 2″ à 3″ par minute : en dehors de l'orbite de la Lune, aucun phénomène céleste n'offre une variation géométriquement définissable aussi rapide. En mesurant l'échancrure pendant tout le temps du passage de la planète sur le bord du Soleil, à l'entrée et à la sortie, on pourra obtenir deux séries de 50 à 60 pointés, d'où il sera possible de conclure, avec une très grande précision, soit l'heure du passage du centre de Vénus sur le bord du Soleil, soit la distance des centres des deux astres, si l'on suppose les demi-diamètres parfaitement déterminés.

» La comparaison de l'observation en deux lieux différents du passage du centre de la planète sur le bord du Soleil reviendrait à l'application de la méthode de Halley, affranchie des erreurs produites par les phénomènes lumineux qui rendent les contacts géométriques impossibles à bien déterminer.

» Outre les mesures de l'échancrure, ou distance des cornes, on pourra obtenir un très grand nombre de mesures directes de la distance des bords, 600 ou 800 peut-être, si le ciel reste favorable tout le temps du passage; elles pourront aussi concourir très utilement à la détermination de la parallaxe, avec une approximation au moins aussi grande que celle des contacts, si l'on en juge d'après les observations de Saint-Paul et de Pékin, faites dans de très mauvaises conditions.

» Le procédé ne doit pas être jugé d'après les écarts trop grands qu'a

quelquefois rencontrés M. Puiseux, et qui sont trop faciles à expliquer. L'Académie doit se rappeler, en effet, que nos équatoriaux n'avaient pas été disposés pour ce genre de mesures, qu'on n'avait pas jugé utile de nous recommander, et qu'à Saint-Paul les observations ont été faites exactement au moment du passage du centre d'un violent cyclone, pendant la courte éclaircie qui accompagne la plus grande dépression barométrique. Si des observations faites dans des conditions tellement mauvaises, qu'un astronome de profession aurait peut-être trouvé inutile de les faire, ont pu fournir à M. Puiseux une valeur de la parallaxe solaire fort près de la moyenne générale, il semble évident que ce procédé, qui n'avait pas encore été employé, doit être fortement recommandé aux observateurs de 1882, d'autant plus que, si l'on ne s'occupe pas de ce travail pendant la durée du passage, on n'a rien à faire pendant les quelques heures que la planète reste sur le disque du Soleil.

» La Commission du passage de Vénus fait exécuter un appareil de passage artificiel qui reproduira toutes les circonstances géométriques du phénomène tel qu'on l'observera et qui sera très prochainement installé à l'Observatoire; il va servir à déterminer la disposition la plus convenable à donner au micromètre, et il servira également à l'exercice des observateurs qui doivent faire partie des missions en voie de formation. Ils pourront se familiariser non seulement au maniement du micromètre, mais aussi à l'aspect des diverses phases géométriques du phénomène, et se préparer ainsi à faire des observations parfaitement comparables entre elles. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur les méthodes de Wronski;*
par M. **Yvon Villarceau** (¹).

« Dans la *Réforme des Mathématiques* (t. I, p. 163), Wronski distingue deux systèmes de Mécanique céleste, qu'il appelle *science du désordre* et *science de l'ordre*. Le premier est celui des analystes qui se sont occupés avant lui de la Mécanique céleste; l'autre est celui qu'il propose de substituer à l'*ancien*, c'est-à-dire au système qui continue d'avoir cours dans la science.

» Ce géomètre a jugé utile de développer les deux *systèmes*, qu'il carac-

(¹) Lue au Bureau des Longitudes, dans sa séance du 23 mars 1881. Le Bureau a décidé, dans la même séance, que cette Note et le Mémoire à l'appui seront insérés dans ses *Annales*.

térise par les équations différentielles auxquelles ils donnent lieu : le nouveau système est représenté par les équations (197), et l'ancien par les équations (198). Il nous informe qu'il a fait l'application de l'un et de l'autre à la théorie de la Lune. Voici comment il s'exprime (p. 166, dernière ligne) :

« Nous avons ainsi employé les deux systèmes pour offrir, d'une part, une immédiate vérification des résultats, par leur *concordance* dans ces deux systèmes, et, de l'autre part, une preuve de l'extrême simplicité de la nouvelle et véritable Mécanique céleste, par sa comparaison avec les inextricables complications de la fausse Mécanique céleste que l'on a poursuivie jusqu'à ce jour. »

» Un peu plus loin, il ajoute :

« Tout ce que nous pouvons dire ici concernant la fausse théorie de la Science actuelle, c'est que l'orbite de la Lune, qui y résulte des prétendues perturbations causées par le Soleil, n'est nullement identique avec l'orbite variable que découvre la vraie théorie par l'influence téléologique du Soleil. »

» Deux faits ressortent de ces citations, l'un établissant l'accord des résultats définitifs des deux systèmes, l'autre faisant ressortir une grande différence dans les moyens d'obtenir ces résultats. Il est clair que l'expression de *concordance*, dont se sert Wronski, s'applique exclusivement aux expressions des coordonnées de la Lune en fonction du temps. L'ancien et le nouveau système seraient donc *également exacts*, et les résultats ne différeraient que par la forme, circonstance qui néanmoins mérite toute l'attention des astronomes; puisque certaine méthode, se rapportant à l'ancien système, exigerait le calcul de deux mille termes, au moins, pour obtenir les trois coordonnées de la Lune à un instant donné. Nous devons exprimer ici le regret que le travail de Wronski, sur la théorie lunaire, soit resté à l'état de manuscrit, et de ne pouvoir opposer, à ce chiffre de deux mille termes, un autre chiffre de beaucoup inférieur et qui conduirait à des résultats bien plus pratiques. Toutefois, Wronski nous informe encore qu'il a fait, en cette circonstance, l'application de ses méthodes d'intégration : or, les exemples qu'il a donnés, d'autres applications des mêmes méthodes, peuvent faire présumer des solutions avantageuses.

» Le second point que nous avons à examiner est celui qui concerne la grande différence des orbites dans les deux systèmes, différence qui semblerait tout d'abord inconciliable avec la *concordance* des résultats définitifs. Comme les géomètres de l'ancien système, Wronski fait usage de la méthode de variation des constantes arbitraires ou des éléments de

l'orbite, mais il en fait un usage différent. Dans un système de trois équations différentielles du second ordre, on n'a, pour déterminer les variations des six constantes arbitraires, que trois conditions à remplir : celles de satisfaire aux trois équations différentielles du second ordre. Le problème reste donc indéterminé. Les géomètres ont depuis longtemps levé l'indétermination, en s'imposant la condition suivante : ils veulent que, par un choix convenable des constantes arbitraires, non seulement les expressions des coordonnées aient la même forme dans les deux cas de mouvement troublé et de mouvement non troublé, mais qu'il en soit de même à l'égard des dérivées premières des coordonnées ou des composantes des vitesses parallèles aux axes fixes. Ainsi se trouvent déterminées, pour les géomètres, les variations différentielles des six constantes arbitraires. C'est là, assurément, une solution très correcte et très élégante; mais ne pourrait-on pas satisfaire aux mêmes conditions et d'une manière beaucoup plus simple, en choisissant convenablement les constantes? Tel est le but que s'est proposé Wronski, bien qu'il n'ait pas énoncé lesdites conditions. La préférence devra, ce nous semble, être accordée à celui des systèmes qui se prêtera le mieux aux intégrations à effectuer et qui exigera le moins de travail pour parvenir à un même degré de précision.

» Les méthodes de Wronski sont-elles exactes? On pourrait en douter, puisqu'elles n'ont donné lieu à aucune application de la part des astronomes ou des analystes. Il n'est pas nécessaire de rappeler les éloges donnés à ce géomètre par les commissaires de l'Académie des Sciences, lorsqu'ils ont eu à juger la haute valeur de la *loi suprême* des Mathématiques, pour justifier l'intérêt que peuvent présenter les travaux ultérieurs du même auteur.

» Nous ne pouvons croire à l'indifférence des astronomes à l'égard des progrès de la Mécanique céleste, et nous nous expliquons fort bien, les ayant éprouvées nous-mêmes, les grandes difficultés qui s'offrent au lecteur le moins défavorablement prévenu contre les idées de Wronski.

» Après avoir, à plusieurs reprises, entrepris et abandonné l'étude des méthodes de Wronski, relatives à la Mécanique céleste, nous avons fini, cependant, par nous rendre compte de ce qui peut avoir un véritable intérêt, pour les astronomes-géomètres, dans les travaux publiés par Wronski sur cette matière. L'objet de la présente Note est d'exposer sommairement le résultat de nos recherches.

» Les deux méthodes, *ancienne* et *nouvelle*, ont cela de commun : l'auteur, au lieu de considérer les projections des forces perturbatrices sur des axes arbitraires et de directions fixes, s'attache à effectuer les projections sur trois axes mobiles, dont l'un coïncide avec le rayon vecteur, le deuxième situé dans le plan de l'orbite et perpendiculaire au précédent, le troisième perpendiculaire aux deux autres.

» L'objet principal du développement de l'*ancienne* méthode est uniquement d'introduire, dans les équations différentielles du mouvement, les trois projections ou composantes des forces perturbatrices que nous venons d'indiquer. Nous n'essayerons pas de faire comprendre comment procède Wronski pour dégager les valeurs des différentielles des éléments de l'orbite : nous avons dû renoncer nous-même à le comprendre. Comme il importait surtout de vérifier l'exactitude des résultats, nous avons appliqué directement la méthode de la variation des constantes arbitraires.

» Voici ce que nous sommes parvenu à élucider à l'égard de l'*ancienne* méthode. Nous avons trouvé, en tenant un compte exact de la différence des notations, que les expressions différentielles du demi-grand axe, de l'excentricité et de la longitude du périhélie [1] déduites par Wronski s'accordent exactement avec les expressions en usage. Il n'est pas question de la longitude moyenne de l'époque, attendu que la longitude vraie, qu'elle sert à déterminer, est exprimée par une intégrale basée sur le principe des aires, que Wronski range avec les autres intégrales à traiter suivant ses méthodes.

» Quant aux éléments qui servent à déterminer la situation du plan variable de l'orbite, nous en trouvons, sous la marque (70) des *Prolégomènes du Messianisme*, des expressions différentielles où figure la moyenne arithmétique des vitesses de l'astre au périhélie et à l'aphélie. Au sujet de ces équations, Wronski fait cependant cette remarque (p. 137) : les expressions (70) « sont rigoureusement exactes, pourvu que, lorsqu'il s'agit de cette » exactitude rigoureuse, on y substitue la vitesse vraie v à la place de la vi- » tesse moyenne ϖ... ». Or je me suis assuré que les formules de Wronski, même corrigées suivant ses indications, sont inexactes. Suivant nous, il faudrait, pour en corriger l'erreur, multiplier les éléments différentiels de Wronski par le facteur

$$\frac{\sqrt{1 + 2e\cos\varphi + e^2}}{1 + e\cos\varphi},$$

[1] Les formules de Wronski contiennent la longitude de l'aphélie, au lieu de celle du périhélie.

où φ désigne l'anomalie vraie et e l'excentricité. Ce facteur diffère très peu de l'unité, dans le cas des faibles excentricités, et il affecte la composante des forces perturbatrices suivant la normale au plan de l'orbite, en sorte que l'erreur commise, dans le cas de la théorie lunaire, peut se réduire à fort peu de chose; mais il y a là une erreur théorique dont l'origine nous paraît être dans la trop facile tendance de Wronski à s'appuyer sur des considérations philosophiques quand cela n'est nullement nécessaire. Ces considérations peuvent être fort utiles pour asseoir solidement les bases d'une science qui n'est pas si absolument rationnelle qu'on aime à se le figurer; mais elles ne peuvent offrir ultérieurement d'autres avantages, que de guider quelquefois dans la recherche d'une solution difficile, et sous la condition de ne tolérer aucune dérogation aux principes admis. Comment donc Wronski a-t-il pu commettre l'erreur que nous signalons? Voici comment procède notre auteur. On lit (p. 291 des *Prolégomènes du Messianisme*) :

« D'abord, pour établir le *Canon astronomique,* il suffit de considérer l'angle indéfiniment petit $d\rho$ de la rotation qu'éprouve constamment, dans le temps indéfiniment petit dx (au lieu de dt), le plan de l'orbite sur le rayon vecteur r, par suite de l'influence principale de la susdite force perturbatrice, dont l'action est perpendiculaire à ce plan.... Or cet angle de rotation est... (suit la valeur de $d\rho$), et c'est là le principe ou la loi qui régit le Canon astronomique dont il s'agit. »

» On remarquera que Wronski ne démontre pas sa prétendue loi : il se borne à donner la formule qui la représente. C'est là le point de départ de l'erreur que nous signalons et que l'on corrigerait par l'application du facteur indiqué plus haut. Mais, nous le répétons, cette erreur ne doit avoir qu'une faible influence dans la théorie de la Lune. Ajoutons que les formules qui règlent la situation de l'orbite dans l'ancien et le nouveau système sont identiques.

» Passons actuellement à l'examen de la *nouvelle* méthode. Ici, comme dans l'autre, Wronski fait usage des composantes des forces perturbatrices suivant les trois axes mobiles. Pour établir les équations différentielles des trois éléments du mouvement, dans le plan de l'orbite, qu'il suffit de considérer, nous ne pouvons, par le motif déjà énoncé, exposer les démonstrations de Wronski; nous nous bornerons à indiquer les deux points qui nous semblent caractériser la *nouvelle* méthode. Le premier est le résultat d'une simple remarque : l'action solaire, dirigée suivant le rayon vecteur, s'ajoute algébriquement avec la composante des forces perturbatrices suivant ce rayon; au

lieu de rejeter cette composante, pour la ranger avec la seconde dans les termes de l'ordre des perturbations, Wronski la maintient jointe à l'action solaire. Le second point est relatif à la considération de la moyenne arithmétique w des vitesses aux deux extrémités du grand axe de l'orbite. Le produit de cette vitesse w et du demi-paramètre p est égal à la constante des aires. Telles sont : p et w, les constantes variables que l'auteur de la nouvelle méthode substitue au demi-grand axe et à la constante des aires. Cela est évidemment permis.

» Partant donc de ces deux données, nous avons formé l'expression de la dérivée seconde du rayon vecteur par rapport au temps, et nous en avons déduit l'expression rigoureusement exacte de la dérivée première, puis l'équation différentielle, également exacte, de l'orbite, en coordonnées polaires. Admettant pour solution l'équation ordinaire de cette orbite, sous la condition d'y considérer les constantes comme variables, nous en avons déduit une équation de condition entre les variations du demi-paramètre p, de l'excentricité e et de la longitude ϖ du périhélie.

» Cette condition étant supposée satisfaite, nous vérifions que le rayon vecteur et la longitude, ainsi que leurs dérivées premières, conservent la même forme, en fonction des éléments, que dans le mouvement elliptique.

» Une seconde équation entre les constantes est fournie par leur relation avec l'excentricité. Ces deux équations de condition permettent d'exprimer les différentielles de l'excentricité et de la longitude du périhélie, en fonction des différentielles de p et w; celles-ci s'expriment d'ailleurs au moyen des composantes des forces perturbatrices suivant les axes situés dans le plan de l'orbite, en sorte qu'il ne reste plus rien d'arbitraire : les différentielles des trois constantes p, e, ϖ se trouvent ainsi entièrement déterminées.

» Nous avons comparé nos résultats avec ceux de Wronski, et constaté leur parfaite conformité. Comme dans l'autre méthode, notre géomètre évite d'introduire la variation de la longitude moyenne de l'époque. Enfin, les éléments qui fixent la position du plan de l'orbite se déterminent par les mêmes formules que dans l'*ancienne* méthode.

» Il suffit d'un simple coup d'œil pour constater la simplicité remarquable des expressions différentielles que fournit la nouvelle méthode, comparée aux anciennes.

» Ici se bornent nos investigations. Elles établissent que, sauf une minime erreur, facile à corriger, les formules de Wronski sont parfaitement

exactes. Nous serions heureux que cette constatation pût déterminer quelque astronome-géomètre à poursuivre l'application des méthodes de Wronski à la théorie de la Lune. On y trouverait sans doute la solution des difficultés qui ont empêché les tentatives de Delaunay et de ses prédécesseurs d'aboutir à un résultat complet, sous le double point de vue théorique et pratique.

» A ceux qui voudraient entreprendre un pareil travail, nous donnerions le conseil de consulter, s'il est possible, les manuscrits laissés par Wronski. A en juger par les travaux qu'il a publiés, on peut être certain de trouver là une mine précieuse de développements analytiques, très correctement exécutés. On profiterait ainsi de l'expérience acquise par l'auteur de la nouvelle méthode, et l'on se trouverait en présence de calculs faciles à vérifier et à compléter, si l'auteur n'a pas entièrement achevé son travail. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photométrie photographique et son application à l'étude des pouvoirs rayonnants comparés du Soleil et des étoiles;* par M. **J. Janssen.**

« Les applications scientifiques de la Photographie ont pris une telle importance, spécialement en Astronomie, qu'il y a actuellement un intérêt capital à introduire dans cet art les méthodes rigoureuses de la Science, afin de le rendre capable, non plus seulement d'enregistrer les phénomènes lumineux, mais d'en donner la mesure précise, en un mot de créer une Photographie photométrique.

» C'est le but que je me suis proposé, et que je poursuis depuis plusieurs années.

» L'intervention de la Photographie dans les mesures photométriques présente un très grand intérêt.

» D'une part, cette méthode permet aujourd'hui non seulement l'enregistrement de tous les rayons visibles, mais elle atteint encore ces radiations ultra-violettes qui nous donnent des notions si précieuses sur la température des corps.

» Mais l'avantage le plus précieux de la Photographie consiste dans la permanence des résultats obtenus. Tandis que les comparaisons photométriques entre deux sources lumineuses sont essentiellement fugitives et exigent la présence simultanée de ces sources, la Photographie fournira des termes permanents de comparaison qui pourront être comparés quand on voudra et qu'on pourra même léguer à l'avenir. En outre, par l'admirable propriété de la plaque sensible, de permettre l'accumulation presque indé-

finie des actions lumineuses, la nouvelle méthode permettra la comparaison et l'étude de radiations d'une faiblesse extrême, inaccessibles à nos moyens actuels.

» Le phénomène photographique final, provoqué par l'action des radiations actives, consiste, pour les procédés actuels, dans un dépôt métallique sur la plaque. On ne pourrait songer à peser ce dépôt: les quantités de matière en jeu sont trop faibles. Il est plus simple et plus naturel de demander l'élément de mesure au degré d'opacité plus ou moins grand de ce dépôt métallique, puisque c'est par lui que sont constituées les images engendrées par la lumière.

» C'est ce que nous avons fait.

» Nous avons ensuite cherché un instrument qui pût donner les bases des rapports qui existent entre l'intensité d'une radiation et le degré d'opacité du dépôt qu'elle provoque.

» Après diverses recherches, nous avons été conduit aux dispositions très simples de l'instrument dont nous donnons la disposition essentielle, et que nous nommons le *photomètre photographique*.

» Cet instrument consiste essentiellement en un châssis pouvant recevoir une plaque sensible devant laquelle un mécanisme fait passer, d'un mouvement uniforme et mesuré, un obturateur percé d'une fenêtre, qui règle l'action lumineuse sur la plaque, et dont la forme est variable avec les effets qu'on veut obtenir.

» Le mouvement de l'obturateur est rendu uniforme, soit par un mouvement d'horlogerie pour les mouvements lents, soit par des ressorts, agissant dans des conditions spéciales, pour les mouvements rapides. Dans ce dernier cas, la vitesse est mesurée par un diapason.

» Si l'on place dans le châssis une plaque sensible, et qu'on fasse passer devant elle la fenêtre de l'obturateur, on obtient une teinte uniforme sur toute la surface de la plaque quand la fenêtre a la forme d'un rectangle; mais, si la forme de cette fenêtre est celle d'un triangle, la teinte de la plaque décroîtra du bord qui correspond à la base du triangle vers le bord opposé, et, de plus, la loi du décroissement d'intensité de ces teintes exprimera celle qui les lie aux décroissements de l'intensité de la source, décroissements qui sont donnés par la forme même de la fenêtre.

» En donnant à la fenêtre des ouvertures triangulaires de divers angles, on obtiendra les séries de teintes qui correspondent à des intensités variées et liées entre elles de la lumière.

» L'instrument permet de constater immédiatement que l'opacité du

dépôt photographique ne reste pas proportionnelle à l'intensité lumineuse dès que cette intensité s'accroît notablement, car, si l'on superpose en sens opposés deux plaques semblables obtenues avec la même ouverture triangulaire, on constate qu'elles ne présentent pas une teinte uniforme, mais, au contraire, qu'elles montrent une augmentation d'opacité vers le milieu, ce qui démontre que le dépôt photographique n'augmente pas aussi rapidement que l'intensité lumineuse.

» Pour mesurer les rapports de sensibilité de deux plaques photographiques d'origines différentes, il suffit de les mettre l'une à la suite de l'autre dans le châssis du photomètre et de donner la pose par la fenêtre triangulaire. Les points où les plaques présenteront la même opacité seront rapportés aux points de la fenêtre qui leur correspondent, et le rapport des ouvertures en ces points exprimera le rapport des sensibilités. On trouve ainsi que les nouvelles plaques au gélatino-bromure d'argent qu'on prépare actuellement peuvent être jusqu'à vingt fois plus sensibles que les plaques collodionnées au procédé humide.

» On peut, aussi facilement, chercher les rapports des intensités photogéniques de deux sources différentes. Il suffira de les faire agir successivement sur deux plaques semblables. Les points d'égale teinte dans ces plaques conduiront, comme tout à l'heure, à l'expression du rapport cherché.

» Enfin l'on pourra aussi simplement vérifier, par la Photographie, les principales lois de la Photométrie.

» Mais il y a ici un élément nouveau et fort important de mesure : c'est celui de la durée des actions. Quand deux sources d'inégale intensité ont accompli sur la même plaque un travail photographique égal, leurs intensités sont dans le rapport inverse des temps qu'elles ont respectivement employés.

» Il est évident, en effet, que, pour accomplir un même travail dans des conditions identiques, il faut la même somme d'énergie radiante.

» On vérifie le principe au photomètre, en prenant une fenêtre divisée en deux parties rectangulaires dans le sens de sa hauteur, celle du haut ayant, par exemple, quatre fois l'ouverture de celle du bas. On fait agir sur l'ouverture quadruple une source d'intensité 1 et sur l'ouverture 1 une source d'intensité 4. On constate alors que les teintes sont égales.

» Telle est la disposition générale de l'instrument. Il porte des dispositions spéciales pour les différentes applications qu'on peut lui demander, et notamment lorsqu'il s'agit d'affaiblir ou d'augmenter par des lentilles

de quartz l'intensité de la source radiante. Dans ce résumé, je ne puis entrer dans les détails, qui seront donnés dans le Mémoire.

» Je viens maintenant à l'une des applications qui ont été faites des principes posés ci-dessus.

» *Application à l'étude des radiations comparées du Soleil et des étoiles.* — Il est superflu d'insister sur l'importance de cette application. On sait que de tout temps, mais surtout depuis les grands progrès des sciences physiques, les astronomes les plus célèbres ont cherché à obtenir des mesures de la puissance rayonnante des corps célestes.

» La Photographie, qui, aujourd'hui, peut enregistrer des radiations d'une échelle d'ondulations beaucoup plus étendue que l'échelle oculaire, apportera des éléments nouveaux et de la plus haute importance dans la question.

» Dans ce travail, je me suis attaché d'abord aux étoiles dont on connaît la parallaxe; Sirius, la Chèvre, Arcturus, etc., ont été l'objet des premières études.

» La comparaison de la puissance du rayonnement photographique d'une étoile et du Soleil peut être obtenue directement, sans intermédiaire.

» Il faut déterminer d'abord quelle est la durée d'action du Soleil qui correspond à la variation la plus rapide dans le degré d'opacité des dépôts photographiques. Cette donnée est fournie par le photomètre.

» Si l'on se sert de plaques au gélatino-bromure d'argent, on trouve que pour remplir cette condition il faut réduire l'action lumineuse de $\frac{1}{20000}$ à $\frac{1}{40000}$ de seconde pour l'action directe.

» Pour obtenir sur la plaque sensible une teinte se dégradant uniformément d'un bord à l'autre et formant une échelle bien régulière, on est obligé de donner aux côtés de la fenêtre la forme d'une courbe qui corrige le défaut de proportionnalité entre la grandeur de l'action photogénique et l'opacité du dépôt produit.

» Nous nommerons *échelles solaires* ces plaques photographiques présentant des échelles de teintes, obtenues dans des conditions rigoureusement déterminées pour la nature de la couche sensible, le temps de l'action solaire, la hauteur de l'astre, etc.

» Il s'agit maintenant d'obtenir des termes analogues pour les étoiles.

» Ainsi que je le disais à l'Académie dans une autre séance, les images photographiques données par les étoiles ne peuvent fournir des éléments précis de mesure photométrique, à cause de la petitesse et de l'irrégularité de ces images. On en peut tirer des indications générales déjà précieuses sur

la puissance de rayonnement de ces astres, mais ces résultats échappent à toute mesure.

» Il faut obtenir avec l'étoile une image assez grande et de teinte mesurable, c'est-à-dire qui puisse être comparée à celles que nous avons obtenues du Soleil.

» Pour obtenir ce résultat, on place le châssis qui contient la plaque photographique à une certaine distance du foyer, comme je le disais dans une précédente séance. Le faisceau conique donné par la lumière de l'étoile est coupé par un plan perpendiculaire à son axe et donne un cercle. Si la lunette ou le télescope est très bon, ce cercle est uniformément éclairé dans toute sa surface, et l'image photographique présente une teinte uniforme qui se prête très bien aux comparaisons photométriques.

» Sur la même plaque, nous obtenons ainsi de l'étoile une douzaine d'images correspondant à des temps régulièrement croissants. On élimine ainsi les erreurs accidentelles et on obtient plusieurs termes de comparaison avec les échelles solaires.

» Le mouvement de l'instrument, du reste, doit être rigoureusement réglé sur le temps sidéral, pour se prêter à des poses un peu prolongées quand cela est nécessaire.

» Ici, comme pour le Soleil, toutes les circonstances qui modifient l'intensité du rayonnement de l'étoile sont notées et appréciées.

» On voit que dans ces expériences la puissance rayonnante de l'étoile est augmentée dans le rapport du carré du diamètre du miroir télescopique à celui du cercle stellaire. Il y a, bien entendu, à tenir compte des pertes par réflexion.

» J'ai également une disposition qui permet d'obtenir avec le télescope lui-même, pour le Soleil, des cercles analogues aux cercles stellaires.

» La série des cercles d'une étoile est alors comparée aux échelles fournies par le Soleil, et chaque cercle pour lequel on trouve une teinte égale dans les échelles fournit les éléments du rapport des intensités photographiques des deux astres.

» Dans une Communication ultérieure, j'aurai l'honneur de faire connaître les résultats obtenus. Pour Sirius, les conditions étaient dernièrement assez défavorables; cependant on peut déjà prévoir, d'après les premières comparaisons, que ce corps doit avoir un volume considérable, même en admettant un pouvoir radiant, par unité de surface, beaucoup plus élevé que pour notre Soleil. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'alcoolate de chloral;* par M. **Berthelot.**

« 1. J'ai entrepris l'étude thermique de l'alcoolate de chloral ([1]) et spécialement la mesure de la chaleur dégagée par l'union de l'alcool et du chloral, donnant naissance à ce composé sous les trois états solide, liquide et gazeux. J'ai opéré sur un échantillon très pur, préparé il y a quatre ans à mon intention par le regretté Personne, et que j'avais conservé depuis cette époque, de façon à l'amener à un état physique stable.

» 2. L'état initial étant ainsi défini, il s'agissait de choisir un état final toujours identique à lui-même, précaution que les variations de constitution physique et chimique de cet ordre de composés ([2]) rendent indispensable : j'ai adopté le même état final que pour l'hydrate de chloral, celui de dissolution aqueuse étendue. J'ai montré précédemment qu'un tel état est toujours identique à lui-même pour l'hydrate de chloral : car ce composé dégage une quantité de chaleur constante, $+13^{\mathrm{Cal}},15$ à 16°, en éprouvant une même transformation chimique, par la potasse étendue ([3]). Or, j'ai vérifié qu'il en est de même de l'alcoolate de chloral en dissolution.

» Par exemple, j'ai trouvé à 14°, le composé dissous dans 25 fois son poids d'eau et traité, à l'instant même, par KO étendue :

		Cal
$C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^2$,	conservé intact depuis quatre ans	$+13,40$
»	chauffé à 35°, refroidi lentement et dissous.	$+13,37$
»	chauffé à 101°, coulé dans l'eau et dissous brusquement........................	$+13,35$
»	chauffé à 108°.......................	$+13,36$

» La solution aqueuse d'alcoolate de chloral peut donc être regardée comme toujours identique à elle-même, quel qu'en soit l'état antérieur.

» 3. Ceci posé, j'ai obtenu la chaleur de formation du composé, à diverses températures et dans des conditions diverses, telles que les suivantes :

» 1° Alcoolate solide, conservé intact depuis quatre ans.

» 2° Alcoolate solide, chauffé récemment à une température inférieure à celle de sa fusion, toute surchauffe locale étant évitée.

» 3° Alcoolate liquide, un peu au-dessus de sa fusion.

([1]) Voir mes *Recherches sur l'hydrate de chloral* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 536, et t. XX, p. 521.

([2]) *Id.*, t. XII, p. 539.

([3]) *Id.*, t. XII, p. 543.

» 4° Alcoolate liquide, vers son point d'ébullition.

» 5° Alcoolate gazeux.

» L'alcoolate solide ou liquide était pris sous un poids connu et chauffé dans un tube de verre, sa température donnée par un thermomètre sensible; on plaçait le corps liquide au-dessus du calorimètre et on perçait le tube, de façon à faire écouler immédiatement le liquide dans l'eau : on le recevait sur une feuille de platine suspendue au sein du calorimètre, afin d'éviter qu'il ne se solidifiât au fond de l'instrument; puis on l'y dissolvait.

» Quant à l'alcoolate gazeux, il était condensé directement et dissous dans l'eau du calorimètre, de façon à céder sa chaleur totale à celle-ci, conformément à la marche suivie pour l'hydrate de chloral.

» 4. *Chaleur de formation de l'alcoolate de chloral solide, à* 14°. — La dissolution de l'alcoolate de chloral dans vingt-cinq fois son poids d'eau à 14° donne lieu à un phénomène thermique sensiblement nul.

» D'autre part, on trouve un effet thermique nul, en mélangeant, à équivalents égaux et sous la même dilution, des solutions aqueuses de chloral et d'alcool, faites séparément.

» Cela étant constaté, la chaleur de combinaison de l'alcool et du chloral pur, formant l'alcoolate, est précisément égale à la somme des quantités de chaleur dégagées par la dissolution de ces deux corps, pris séparément, dans la même proportion d'eau : soit

$$C^4HCl^3O^2 \text{ liq.} + C^4H^6O^2 \text{ liq.} = C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^2 \text{ cristall. dég.}: +2,5+11,9 = +14^{\text{Cal}},4.$$

» Cette quantité surpasse notablement la chaleur de formation de l'hydrate de chloral à la même température : soit $+ 12^{\text{Cal}},1$.

» 5. Il résulte de là que l'alcool, mis en présence de l'hydrate de chloral en proportion équivalente, doit déplacer l'eau pour former de l'alcoolate de chloral, en dégageant $+ 2^{\text{Cal}},3$.

$$C^4HCl^3O^2 + H^2O^2 + C^4H^6O^2 = C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^2 + H^2O^2.$$

» C'est, en effet, ce que Personne a observé, l'un des procédés de préparation de l'alcoolate étant fondé précisément sur la distillation de l'hydrate de chloral, mélangé avec l'alcool absolu : réaction prévue par les principes thermochimiques, mais en opposition formelle avec les lois de Berthollet. En effet, d'une part, le corps le moins volatil, l'eau, est déplacé par le corps le plus volatil, l'alcool; et, d'autre part, c'est la combinaison la moins volatile (vers 115°), l'alcoolate, qui se forme et distille, tandis que l'hydrate, plus volatil (97°), se décompose. Cependant, la

réaction exige un excès d'alcool pour devenir totale, en raison de la dissociation partielle de l'alcoolate.

» 6. Au contraire, en présence d'un grand excès d'eau et dans les conditions qui vont être décrites, la réaction peut être renversée, comme il arrive en général dans les dissociations. Il suffit de jeter des cristaux d'alcoolate dans une grande masse d'eau pour les voir blanchir et devenir opaques, en se changeant dans l'hydrate, qui tombe au fond du vase. C'est que l'alcoolate renferme, même à la température ordinaire, ainsi qu'il sera dit tout à l'heure, quelque dose de chloral anhydre et d'alcool libres, formant avec l'alcoolate lui-même un système en équilibre. En présence de l'eau, le chloral libre forme de l'hydrate solide, qui demeure mélangé à la masse cristalline; tandis que l'alcool se diffuse dans l'eau. L'alcool et le chloral étant ainsi éliminés, quoique par des voies différentes, l'alcoolate pur ne peut subsister intégralement : il régénère quelque dose de chloral anhydre et d'alcool, qui s'élimine encore, et l'action se poursuit jusqu'à décomposition totale. S'il en est ainsi, on doit observer un léger dégagement de chaleur vers 14° : en effet, la formation de l'hydrate solide (+ 12,1), jointe à la dissolution de l'alcool dans une grande quantité d'eau (+ 2,5), dégage en tout + 14^{Cal},6; somme un peu supérieure aux 14,4 absorbées dans la décomposition de l'alcoolate. Cette prévision est vérifiée par l'expérience : le thermomètre calorimétrique s'élevant de quelques centièmes de degré, lorsqu'on projette 1 partie d'alcoolate dans 20 à 25 parties d'eau. Mais ce dégagement de chaleur est transitoire, et la dissolution ultérieure de l'hydrate, formé temporairement, ramène bientôt le thermomètre à son point de départ.

» 7. *Chaleur de formation de l'alcoolate de chloral liquide vers* 50° (*près du point de fusion*). — La température de fusion indiquée pour l'alcoolate de chloral serait 46°; en réalité, ce corps entre en fusion vers 42° et devient alors complètement liquide, à l'exception de quelques cristaux fins, constitués peut-être par un autre composé, lesquels flottent dans le liquide et disparaissent seulement à 46°. Pour connaître sa chaleur de formation dans l'état liquide, à 50° par exemple, j'ai mesuré la chaleur totale développée par le corps pris à cette température et dissous dans de l'eau à 14°. Cette quantité, comparée avec la somme des quantités de chaleur abandonnées par le chloral et par l'alcool, pris séparément entre 50° et 14°, puis dissous dans la même proportion d'eau froide, fournit la chaleur dégagée par l'alcool et le chloral combinés à 50° : car cette dernière est la différence entre les chaleurs mises en jeu dans les deux cycles qui par-

tent, l'un des deux corps libres, l'autre des deux corps combinés, pour aboutir à un état final identique. Trois déterminations faites sur la dissolution de l'alcoolate de chloral pris à 50° ont donné en moyenne: $+7^{\mathrm{Cal}},08$ dégagées; d'autre part, l'alcool et le chloral, d'après leurs chaleurs spécifiques, fournissent pour le même intervalle : $+2^{\mathrm{Cal}},45$; en y ajoutant les dissolutions, on obtient : + 16,85. On a donc vers 50° :

$$C^4HCl^3O^2 \text{ liq.} + C^4H^6O^2 \text{ liq.} = C^4HCl^3O^2, C^4H^6O^2 \text{ liq., dégage: } +16,85 - 7,08 = +9,77$$

C'est une diminution d'un tiers sur la combinaison à 14°.

» 8. *Chaleur de formation de l'alcoolate de chloral liquide à 105°, près du point d'ébullition.* — On a trouvé, tout calcul fait : + 8,5.

» 9. *Chaleurs spécifiques et chaleur de fusion de l'alcoolate de chloral.* — Les calculs précédents ont été établis d'après la quantité totale de chaleur abandonnée par l'alcoolate, depuis l'état liquide jusqu'à l'état dissous; sans qu'il y ait lieu de se préoccuper de la constitution réelle du corps dans ces deux états. Il n'en est pas de même de la mesure des chaleurs spécifiques sous les états solide et liquide, et de celle de la chaleur de fusion. En effet, la définition de ces quantités suppose, d'une part, que l'état physique du corps, dans l'état solide, est toujours identique à lui-même; et, d'autre part, que le travail accompli pendant l'échauffement est purement physique, c'est-à-dire qu'il ne se produit aucune dissociation. Autrement le travail chimique de recombinaison, accompli pendant le refroidissement, donnera lieu à une certaine dose de chaleur, qui s'ajoutera à la chaleur dégagée par les travaux d'ordre purement physique: cet effet se traduira par une chaleur spécifique apparente trop forte. En outre, celle-ci variera, si la recombinaison n'est pas instantanée, ou les états physiques identiques. Or, c'est précisément ce qui arrive pour l'alcoolate de chloral : la chaleur spécifique de ce corps, dans l'état solide, entre 46° et 14°, et sa chaleur de fusion ne sont pas constantes.

» Dans l'état liquide, la chaleur spécifique de ce corps entre 105° et 50° a été trouvée égale à 0,509; soit 98,5 pour la chaleur moléculaire; au lieu de 73 environ qui représente la somme de celles de l'alcool et du chloral : cet excès d'un tiers accuse la dissociation du système.

» Dans l'état solide, entre 37° et 14°, j'ai obtenu, pour la chaleur spécifique apparente, les trois valeurs 0,498, 0,609 et 0,720; valeurs dont la discordance s'explique par ce qu'elles comprennent à la fois une portion de la chaleur de fusion et une portion de la chaleur de dissociation. En effet, l'alcoolate éprouve dès 37° un ramollissement considérable; en

même temps, quelque dose d'alcool commence à se séparer, de façon à déterminer la formation d'une portion liquide, ou plutôt dissoute, lorsqu'on prolonge longtemps l'échauffement.

» J'avais déjà observé des variations analogues dans la chaleur spécifique apparente de l'hydrate de chloral récemment solidifié ([1]); mais ces variations ne se produisaient pas lorsqu'on prenait soin de ne pas refondre l'hydrate avant la détermination : de telle façon qu'il n'y aurait pas alors d'excès dû à la diversité des états physiques ou à la dissociation, la chaleur spécifique du corps solide anciennement préparé étant constante. Il n'en est pas de même pour l'alcoolate; ce qui ne me permet d'en définir ni la chaleur spécifique solide, ni la chaleur de fusion. Cependant, pour donner une idée de la grandeur de cette dernière, je dirai que, si l'on admet, par hypothèse, pour la chaleur spécifique vraie, le chiffre 0,244, déduit de la théorie de M. Kopp ([2]) sur les composés solides, la chaleur de fusion, rapportée au poids moléculaire, serait $+4^{Cal},65$: valeur assez voisine de celle de l'hydrate ($+5,2$).

» 10. *Chaleur de formation de l'alcoolate de chloral gazeux.* — J'ai essayé de mesurer cette quantité par la même méthode que j'ai déjà appliquée à l'hydrate de chloral; c'est-à-dire en condensant et dissolvant dans l'eau du calorimètre la vapeur du composé. Cette méthode est indépendante de toute mesure de la chaleur spécifique de l'alcoolate et de toute hypothèse relative à la constitution de sa vapeur. Elle est irréprochable pour l'hydrate, parce que les deux composants, eau et chloral, réduits en vapeur et condensés dans l'eau, conservent leurs proportions relatives : ainsi que je l'ai démontré en mesurant la chaleur dégagée par la réaction de la potasse sur la dissolution finale. La même épreuve, appliquée à la vapeur d'alcoolate de chloral, montre que cette vapeur renferme au début un peu plus d'alcool que de chloral. Par exemple, un poids égal au poids moléculaire, traité par la potasse après condensation dans l'eau, a dégagé : $+12^{Cal},93$ et $+11^{Cal},77$, au lieu de $+13^{Cal},3$; dans deux essais faits sur les produits successifs séparés par distillation d'un même échantillon. Il résulte de ces chiffres que la première vapeur renfermait 3 centièmes de son poids d'alcool en excès, sur les proportions de l'alcoolate; la seconde, 11 centièmes. En fait, le point d'ébullition de l'alcoolate n'est pas d'ailleurs très fixe : il varie de 115° à 117° et au delà. Cependant, il est facile

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 283.

([2]) Même Ouvrage, t. I, p. 489.

de tenir compte de ce petit excès d'alcool dans le calcul de la chaleur de vaporisation, en retranchant du chiffre observé la chaleur abandonnée par cet excès d'alcool, depuis 115° jusqu'à 16°, dissolution comprise, et en rapportant la chaleur qui reste au poids moléculaire ($193^{gr},5$) de l'alcoolate. J'ai trouvé ainsi, par deux expériences directes, la chaleur totale abandonnée réellement par une molécule d'alcoolate de chloral gazeux, depuis 115° jusqu'à 16°, le système final étant dissous, soit $+36^{Cal},0$ [1].

» Or, l'alcool et le chloral séparés, depuis l'état gazeux à 115° jusqu'à l'état dissous et mélangé à 16°, abandonnent $+37^{Cal},57$ [2]. La différence, soit $+1^{Cal},6$, représente la chaleur dégagée par l'union de la vapeur d'alcool et de la vapeur de chloral, formant l'alcoolate gazeux, à 115°.

» Il y a donc un dégagement de chaleur dans cette réunion, aussi bien que dans la réunion de la vapeur d'eau et de la vapeur de chloral; mais ce dégagement ne répond qu'à une combinaison incomplète, la vapeur résultante formant un système partiellement dissocié, d'après les observations précédentes.

» **11.** Le Tableau suivant résume les chaleurs de formation de l'alcoolaté et de l'hydrate de chloral, à diverses températures et sous différents états.

	Alcoolate de chloral.	Hydrate de chloral.
Composé solide à 14°	+14,4	+12,1
Composé liquide vers 50°, près du point de fusion...	+ 9,8	+ 7,3
Composé liquide près du point d'ébullition.........	+ 8,5	+ 6,2
Composé et composants gazeux (pression $0^m,76$)....	+ 1,6	+ 2,0

(1) La *chaleur de vaporisation* de l'alcoolate serait +22,5; celle de l'hydrate : +21,9.

(2) L'alcool (46^{gr}) abandonne entre 115° et 16°, depuis l'état gazeux et d'après les données directes de Regnault (114°-21°) : $+12^{Cal},42$, sa dissolution dans l'eau à 16° (d'après mes mesures à 13°) : +2,42; en tout, $+14^{Cal},84$.

Le chloral ($147^{gr},5$) abandonne entre 99° et 16°, depuis l'état gazeux jusqu'à l'état dissous à 16° (d'après mes mesures directes à 18°,5) : +22,25; il faut y joindre la chaleur cédée par le chloral gazeux de 115° à 99°, quantité que l'on peut évaluer à $+0^{Cal},48$, en admettant la chaleur spécifique du gaz égale à la somme de celle de l'oxyde de carbone et du chloroforme; cette quantité n'est d'ailleurs qu'une petite fraction de la somme totale : $+22^{Cal},73$.

L'alcool et le chloral gazeux, pris à 115° et dissous séparément dans l'eau, puis mélangés dans cet état (ce qui ne dégage rien), développent en tout : $+14,84+22,73=+37^{Cal},57$.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur les éclairs sans tonnerre;* par M. D'ABBADIE.

« Le grand intérêt qui s'attache à l'observation des phénomènes lumineux cités par M. Trécul m'engage à rappeler que dans ma Notice sur le tonnerre en Éthiopie, publiée en 1858 par notre Académie ([1]), il se trouve une observation d'éclair très rapproché qui ne fut suivi d'aucun bruit.

» C'était le 1er décembre 1845, vers 8h du matin. Je descendais lentement une colline qui dominait de 100m environ le vallon voisin, couvert d'un brouillard presque diaphane. Au-dessus, à une distance de près de 3km, on voyait clairement une sommité boisée. J'étais tout près de ce brouillard, certainement pas à plus de 2km de son extrémité opposée, lorsque tout à coup son centre s'illumina par un éclair sous forme de nappe, diffus vers ses bords et n'embrassant pas toute l'étendue du brouillard. Comme je souffrais alors souvent de l'ophtalmie endémique, et que je craignais une illusion de ma vue, je demandai à l'indigène qui m'accompagnait s'il avait aperçu quelque chose. Il me répondit que c'était un éclair dans le corps du brouillard, et, pas plus que moi, il n'entendit aucun tonnerre.

» Les éclairs diffus non suivis de tonnerre sont appelés vulgairement des *éclairs de chaleur*. On suppose qu'ils proviennent d'un orage assez éloigné pour que l'observateur ne puisse en percevoir le bruit; mais quand ils se montrent pour ainsi dire à portée de la main, comme dans le cas qui vient d'être cité, l'éloignement ne peut plus être invoqué pour expliquer le manque de tonnerre. Désirant étudier cette question, nous avions projeté, l'astronome Petit et moi, de calculer les azimuts respectifs de nos observatoires, près Toulouse et Hendaye, et de noter aux mêmes instants les éclairs de chaleur voisins de la trajectoire qui nous unissait. Nous voulions aussi provoquer des observations simultanées sur le parcours intermédiaire de cette trajectoire. Il est évident que, si de Toulouse on notait des éclairs de chaleur sur l'azimut de Hendaye et si au même instant on voyait de ce dernier lieu des éclairs silencieux dans la direction de Toulouse, tandis que les observations intermédiaires constateraient l'absence de tout orage, il faudrait abandonner l'explication vulgaire des éclairs de chaleur. La mort de mon ami Petit ayant empêché l'exécution de ce projet, nous le recommandons au zèle des observateurs à venir, tout en les engageant à ajouter

([1]) *Mémoires présentés par divers savants*, t. XVI.

des faits nouveaux pour agrandir l'histoire des phénomènes si curieux signalés par M. Trécul. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons de l'anhydride phtalique avec les hydrocarbures de la série de la benzine;* par MM. **C. Friedel** et **J.-M. Crafts.**

« La réaction de l'anhydride phtalique sur les carbures de la série de la benzine s'effectue très facilement lorsqu'on mélange parties à peu près égales du carbure, de l'anhydride et de chlorure d'aluminium, et que l'on chauffe au bain-marie pendant deux ou trois heures. Quand l'hydrocarbure sur lequel on opère peut être obtenu facilement à l'état de pureté, comme c'est le cas pour la benzine et pour le toluène, il est avantageux d'en employer un excès considérable, environ 5 parties pour 1 d'anhydride phtalique et 1 de chlorure d'aluminium.

» Le produit de la réaction est versé dans l'eau par petites portions et porté à l'ébullition avec un grand excès d'eau. Tout le chlorure d'aluminium et une partie de l'acide phtalique en excès sont ainsi enlevés.

» L'acide obtenu est dissous dans l'ammoniaque et précipité en solution bouillante étendue par l'acide chlorhydrique. L'acide phtalique reste dissous. L'acide obtenu dans la réaction et ses sels sont facilement purifiés par cristallisation dans des dissolvants convenables.

» Avec la benzine et avec le toluène, on obtient ainsi tout près de la quantité théorique de produit, et, comme l'excès d'hydrocarbure peut être retrouvé en grande partie à l'état de pureté, un hydrocarbure quelconque peut ainsi être transformé en combinaison phtalique avec très peu de perte.

» Nous avons fait connaître déjà la réaction de l'anhydride phtalique sur la benzine, qui fournit en abondance l'acide orthobenzoylbenzoïque [1], obtenu pour la première fois par M. Zincke.

$$C^6H^6 + C^6H^4{=}(CO)^2O = C^6H^5\text{-}CO\text{-}C^6H^4\text{-}CO^2H.$$

» Ici la théorie ne permet pas de prévoir la formation d'acides isomériques. Il pourrait en être autrement dans le cas du toluène; mais, en fait,

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1368.

nous avons trouvé qu'il se produit un seul acide toluylbenzoïque, et il nous a paru qu'il en était de même en général, et que l'on n'obtenait, dans les réactions entre l'anhydride phtalique et les carbures aromatiques, qu'un seul des isomères possibles.

» Nous n'avons pas trouvé d'acide formé par la réaction de deux molécules d'anhydride phtalique sur une même molécule d'hydrocarbure.

» Les acides benzoyl- et toluylbenzoïques sont facilement et quantitativement transformés en acides benzoïque et toluique, par fusion avec la potasse, suivant l'équation

$$CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CO\text{-}C^6H^4\text{-}CO^2K + KHO = CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CO^2K + C^6H^5\text{-}CO^2K.$$

» Il se produit ainsi, aux dépens de l'acide totuylbenzoïque, de l'acide paratoluique, sans mélange de composés isomériques.

» Nous avons entrepris l'étude de cette classe de corps, dans l'espoir que la série de réactions que nous venons d'exposer fournirait le meilleur moyen de passer d'un hydrocarbure à l'acide correspondant; mais nous avons trouvé que la fusion avec la potasse ou la soude donne des résultats bien moins avantageux avec les produits dérivés des hydrocarbures supérieurs.

» L'acide duroylbenzoïque, par exemple, se décompose presque entièrement en durol, acide carbonique et acide benzoïque.

» Lorsqu'il se produit un acide homologue de l'acide benzoïque, en même temps que ce dernier, la réaction en question fournit un excellent moyen de déterminer la place qu'occupait dans l'hydrocarbure l'atome d'hydrogène remplacé par le groupe phtalique. Comme, d'autre part, les composés dont il s'agit peuvent facilement être obtenus à l'état de pureté, il nous paraît probable que l'on pourra user de ce moyen pour étudier l'influence de la position du groupe méthyle sur les propriétés physiques des corps de la série aromatique et en particulier sur leur forme cristalline.

» M. F. Meier a entrepris, à notre demande, l'étude de cette question et il a déjà préparé les acides qui prennent naissance dans l'action de l'anhydride phtalique sur les ortho, méta et paraxylènes, sur le pseudocumène et sur le mésitylène, ainsi que les sels et les éthers de ces acides. Les résultats qu'il a obtenus seront bientôt publiés.

» Nous avons fait porter nos recherches sur les acides toluyl- et duroylbenzoïques et nous donnons ici l'indication de quelques-unes de leurs propriétés.

» *Acide paratoluyl-orthobenzoïque*

$$C^{15}H^{12}O^{3} = C^{6}H^{4}(CH^{3})_{p}\text{-}CO\text{-}C^{6}H^{4}(CO^{2}H)_{o}.$$

On mélange 200gr de toluène et 100gr d'anhydride phtalique. On y ajoute par petites portions 150gr de chlorure d'aluminium. Il se produit une assez forte élévation de température et un dégagement d'acide chlorhydrique. La réaction dure d'une heure à deux heures et doit être aidée, surtout à la fin, en chauffant assez pour maintenir la masse liquide. Elle est terminée quand le dégagement d'acide chlorhydrique reste très faible, même après addition d'une nouvelle proportion de chlorure d'aluminium. On a recueilli 22gr d'acide chlorhydrique, au lieu de 24gr,4 qu'exige l'équation

$$Al^{2}Cl^{6} + C^{6}H^{4}{=}(CO)^{2}O + C^{7}H^{8} = C^{7}H^{7}\text{-}CO\text{-}C^{6}H^{4}\text{-}CO^{2}Al^{2}Cl^{5} + HCl.$$

Quand on traite le produit de la réaction par l'eau, on doit le verser par petites portions et en agitant, dans une grande quantité d'eau, le dégagement de chaleur étant considérable.

» Le produit hypothétique $C^{7}H^{7}\text{-}CO\text{-}C^{6}H^{4}\text{-}CO^{2}Al^{2}Cl^{5}$ se décompose en $HOAl^{2}Cl^{5}$, qui reste dissous dans l'eau, et en un nouvel acide $C^{7}H^{7}\text{-}CO\text{-}C^{6}H^{4}\text{-}CO^{2}H$, qui reste d'abord dissous dans le toluène, mais qui se dépose, en grande partie, par le refroidissement en cristaux durs et jaunâtres.

On peut purifier l'acide par des cristallisations dans une très grande quantité d'eau bouillante; mais, l'acide étant très peu soluble, il vaut mieux le dissoudre dans le toluène bouillant et le faire cristalliser par refroidissement.

» On obtient ainsi à peu près 100gr d'acide pur et une trentaine de grammes d'un produit jaune, qui ne cristallise plus dans le toluène, mais dont on peut encore retirer une certaine quantité d'acide en le faisant bouillir avec de l'eau de baryte.

» Le point de fusion de l'acide, préalablement séché à une température montant lentement jusqu'à 110°, a été trouvé de 146°.

» L'acide fond sous l'eau bouillante; il en est de même de la plupart de ses sels insolubles. Il ne distille pas sans décomposition. Il est très peu soluble dans l'eau bouillante et la plus grande partie de ce qui s'est dissous se sépare par le refroidissement sous la forme d'un précipité laiteux qui se convertit en petits cristaux groupés en feuilles. Il est très soluble dans l'alcool, surtout à chaud, dans l'acétone, dans l'éther. Il se dissout très bien dans la benzine, et mieux encore dans le toluène bouillant, et il se

sépare en grande partie à froid. Les cristaux se déposent de leur solution dans un mélange d'alcool et de toluène en petits prismes transparents du type anorthique, très brillants, mais à faces extrêmement ondulées, ce qui rend les mesures très incertaines. Ils retiennent une molécule d'eau de cristallisation, et fondent un peu au-dessus de 100°, en perdant leur eau; en même temps le point de fusion s'élève peu à peu.

» L'acide anhydre peut être facilement obtenu cristallisé en courtes aiguilles d'une certaine épaisseur, par dissolution dans le toluène bouillant et refroidissement.

» La plupart des sels cristallisent facilement, mais en cristaux microscopiques. Ceux de *potassium*, de *sodium* et de *calcium* sont très solubles; celui de *baryum*, difficilement soluble, renferme $(C^{15}H^{11}O^3)^2Ba + 4H^2O$; celui de *cadmium* forme des prismes aciculaires renfermant $\frac{1}{2}H^2O$, celui de *cuivre* renferme $4H^2O$; il cristallise dans l'alcool en longues lames; le sel d'*argent* ne fond pas sous l'eau; il forme de fines aiguilles.

» L'*éther méthylique* fond à 53° et forme des prismes courts. L'éther éthylique fond à 68°-69°; ils distillent avec décomposition partielle. Ils sont tous deux solubles dans l'alcool.

» Le sel de sodium fondu avec 5 ou 6 parties de potasse à une température un peu supérieure à 300° est entièrement transformé en acides benzoïque et paratoluique. Ces deux acides peuvent être séparés par des sublimations ménagées et par des cristallisations dans l'eau. On les a isolés ainsi chacun avec son point de fusion caractéristique. Les parties intermédiaires oxydées soigneusement en solution alcaline par le permanganate de potassium n'ont pas donné autre chose qu'un mélange d'acides benzoïque et téréphtalique; elles ne renfermaient donc aucun acide autre que l'acide benzoïque et l'acide paratoluique.

» Cette réaction est assez nette pour fournir un des meilleurs moyens de préparer l'acide paratoluique à l'état de pureté.

» *Acide duroylbenzoïque*

$$C^{18}H^{18}O^3 = C^6H(CH^3)^4\text{-}CO\text{-}C^6H^4\text{-}CO^2H.$$

Il s'obtient très facilement par la réaction décrite plus haut; il semble très facile à purifier par des cristallisations fractionnées et est d'un beau blanc. Néanmoins, des traces d'impuretés altèrent notablement son point de fusion, que nous n'avons pu déterminer encore avec une entière certitude; il est situé au-dessus de 260°.

» L'acide ne fond pas sous l'eau, mais son sel de baryum et la plupart des

autres sels fondent lorsqu'ils sont chauffés avec une quantité d'eau insuffisante pour les dissoudre.

» Pour obtenir l'acide cristallisé, le meilleur dissolvant est l'acide acétique cristallisable. L'acide est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone, la benzine, le toluène.

» Les sels de *potassium* et de *sodium* sont facilement solubles dans l'eau.

» Le sel *ammoniacal* cristallise en aiguilles.

» Le sel de *baryum* $(C^{18}H^{17}O^{3})^{2}Ba + H^{2}O$ est très peu soluble dans l'eau, et s'obtient facilement en précipitant un sel soluble par le chlorure de baryum. Il cristallise dans l'eau en fines aiguilles groupées en faisceaux.

» Le sel de *calcium* est difficilement soluble dans l'eau; il s'en sépare en aiguilles qui renferment 1^{mol} d'eau de cristallisation.

» Les sels de *plomb, d'argent,* de *cuivre* sont insolubles; ils ne fondent pas sous l'eau. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur la chalcoménite* ([1]), *nouvelle espèce minérale* (*sélénite de cuivre*); par MM. **Des Cloizeaux** et **Damour.**

« On sait qu'on a découvert il y a déjà longtemps, dans le *cerro* de Cacheuta, à environ 10 lieues au sud-ouest de Mendoza (république Argentine), plusieurs petites veines (*guia*) de séléniures de plomb de compositions très variables, parmi lesquels on a distingué : un séléniure de plomb, argent et cuivre (*cacheutite* de Domeyko), gris noirâtre, un peu ductile, à structure grenue ou poreuse; du séléniure de plomb à petites lamelles (*clausthalie*); des séléniures de plomb et cuivre d'un blanc bleuâtre, ressemblant à une galène granulaire à grains fins et se rapportant à la formule générale de la *zorgite* $(Pb, Cu^{2})Se$, avec différences considérables dans les densités et les proportions relatives de plomb et de cuivre; enfin une sorte de *Berzélianite* plombique, variété presque compacte, d'une couleur violette, à surface irisée, rappelant beaucoup l'aspect de certains cuivres panachés, et dont la composition s'exprime par la formule $(Cu^{2}, Pb)^{3}Se^{2}$, d'après l'analyse de M. Pisani ([2]).

» J'ai eu récemment l'occasion d'examiner un envoi fait par M. Hipp.

([1]) De χαλκός, cuivre, et μήνη, Lune, nom choisi pour éviter toute confusion avec celui de *sélénite* (σεληνίτης), très anciennement appliqué au gypse.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 391, année 1879.

Raymond, agent consulaire à Mendoza, et composé en majorité de fragments de cette dernière variété.

» Mon examen avait pour but la recherche de petits cristaux transparents, d'un vert clair, insolubles dans les acides, et paraissant être un sélénite ou un sous-sélénite de fer, que j'avais déjà remarqués dans une géode d'un échantillon exposé au Champ de Mars en 1878, mais dont je n'ai pu encore déterminer tous les caractères, faute d'une quantité suffisante. Mes recherches sous ce rapport ont été vaines, les cristaux verts dont je viens de parler paraissant surtout associés aux séléniures de plomb gris; mais mon attention a été attirée par des croûtes minces, composées de très petits cristaux d'un bleu de cyanose, transparents, qui tapissent la plupart des fentes du séléniure violet et se distinguent facilement de l'enduit de malachite et d'azurite dont ce séléniure est souvent recouvert.

» Une écaille enlevée parallèlement à une large face plane et soumise au microscope polarisant manifesta, en lumière convergente, des caractères optiques si particuliers, que je pensai de suite à une nouvelle espèce minérale. Les premiers essais, faits sur quelques parcelles, firent voir que la substance fondait facilement dans le matras en noircissant et dégageant un peu d'eau, et qu'elle était insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides étendus. De l'examen de la dissolution, M. Damour conclut qu'on avait affaire à un composé d'acide sélénieux et de cuivre.

» Quelques cristaux isolés ou engagés dans la gangue m'ont permis de reconnaître que le nouveau minéral appartenait au type clinorhombique et que ses formes pouvaient être rapportées à un prisme d'environ 108°, à très faible obliquité. Ces formes constituent des combinaisons fort simples, telles que : $m\,p\,a^1$; $m\,h^1p\,a^1$ (fréquentes); $m\,h^1p\,o^{\frac{1}{8}}\,\delta\,\varepsilon$ (rare); $m\,h^1p\,a^1\,\varepsilon\,\beta$ (rare); $\delta = (d^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{6}}h^1)$; $\varepsilon = (d^{\frac{1}{4}}b^{\frac{1}{8}}g^1)$; $\beta = (d^{\frac{1}{10}}b^{\frac{1}{14}}g^1)$. β fait partie de la zone ε supér. : ε infér.

» Les faces m, h^1, a^1, ε, β, sont généralement brillantes et assez unies; les faces p, $o^{\frac{1}{8}}$, δ sont au contraire plus ou moins arrondies ou inégales; quelquefois a^1 et p portent des stries fines, parallèles à leur intersection.

» Le tableau suivant offre les dimensions de la forme primitive et la comparaison des angles calculés avec les angles mesurés directement :

$$b : h :: 1000 : 199{,}461 \quad D = 810{,}692 \quad d = 585{,}473.$$

Angle plan des faces latérales = 90° 29′ 51″,5.

Angles calculés.	Angles mesurés.
* $mh^1 = 144°10'$	$144°10'$ moy.
mm avant $= 108°20'$	$107°37'$ env.
mm côté $= 71°40'$	$71°47'$ moy.
$h^1 o^{\frac{1}{8}} = 159°57'$	$160°33'$ moy.
$h^1 p$ sur $o^{\frac{1}{8}} = 90°51'$	$91°10'$ env.
$o^{\frac{1}{8}} p = 110°54'$	$110°48'$
* $pa^1 = 161°6'$	$161°6'$ moy.
ph^1 sur $a^1 = 89°9'$	$89°11'$ moy.
* $a^1 h^1$ adj. $= 108°3'$	$108°3'$ moy.
pm antér. $= 90°41'$	$90°54'$ moy.
$p\delta = 125°9'$	$125°34'$ moy.
$p\varepsilon = 121°51'$	$121°28'$ moy.
$p\beta = 108°26'$	$107°32'$ env.
$h^1\delta = 141°2'$	$140°45'$ moy.
$h^1\varepsilon = 111°20'$	$111°20'$
βh^1 ant. $= 102°35'$	$102°47'$ moy.
$o^{\frac{1}{8}} m$ adj. $= 139°36'$	$139°46'$ moy.
$a^1 m$ adj. $= 104°33'$	$104°15'$ moy.
δm adj. $= 142°27'$	$143°20'$ à $144°$ env.
εm adj. $= 138°17'$	$138°30'$ moy.
βm ant. $= 135°53'$	$136°30'$ env.
βm post. $= 111°22'$	$111°44'$ moy.
$a^1 \varepsilon = 112°35'$	$112°30'$ moy.
$a^1 \beta$ adj. $= 103°18'$	$102°30'$ env.
$\varepsilon\beta$ adj. $= 162°53'$	$163°4'$ moy.
$\varepsilon\varepsilon$ sur $\beta = 100°56'$	$101°0'$
$\beta\beta$ latér. $= 135°9'$	$135°8'$

$$\delta = \left(d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{6}} h^1\right) \quad \varepsilon = \left(d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{8}} g^1\right) \quad \beta = \left(d^{\frac{1}{10}} b^{\frac{1}{14}} g^1\right).$$

» Le plan des axes optiques est parallèle, et la bissectrice aiguë *négative*, perpendiculaire à l'arête horizontale $p:h^1$. Malheureusement, les cristaux observés jusqu'ici sont tellement petits ($\frac{1}{4}$ de millimètre à $1^{mm},5$ suivant leur plus grande dimension), qu'il n'a pas été possible de mesurer les angles que la bissectrice aiguë fait avec les normales à h^1 et à a^1, entre lesquelles elle est comprise. L'écartement des axes est très petit et $\rho < \nu$. Leur dispersion ordinaire est si forte, que, vues au microscope polarisant, avec un verre vert, les lemniscates offrent la forme d'anneaux circulaires traversés par une croix noire qui se disloque à peine lorsqu'on tourne la plaque dans son

plan, tandis qu'avec un verre bleu elles affectent celle d'ellipses allongées normalement au plan de polarisation du microscope, avec hyperboles écartées d'environ 10°, à 45° de ce plan.

» Il a été jusqu'ici fort difficile de se procurer une quantité suffisante de matière assez pure pour une analyse exacte; car, lorsqu'on cherche à détacher les croûtes minces qui adhèrent assez fortement aux morceaux de séléniure, elles se trouvent nécessairement mélangées de petits fragments de ce séléniure, auxquels viennent s'ajouter un peu de carbonate de cuivre et une autre substance verte mamelonnée.

» M. Damour est pourtant parvenu à obtenir, en opérant sur une très petite quantité, provenant surtout d'échantillons qui nous ont été remis par M. Em. Bertrand, des nombres qui représentent la composition du minéral, d'une manière au moins fort approchée, et qu'il communiquera à l'Académie dans une de ses prochaines séances.

» MM. Friedel et Sarasin viennent d'obtenir des cristaux de sélénite de cuivre, qui, d'après leur couleur, leur forme et leurs propriétés optiques, sont très probablement identiques avec l'espèce précédemment décrite. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les changements d'état dans le voisinage du point critique de température.* Note de MM. **L. Cailletet** et **P. Hautefeuille**.

« M. Andrews, en introduisant dans la Science la notion du *point critique de température*, a permis de donner une signification très précise aux termes *vapeur* et *gaz*, et, ce qui est plus important, il a fait voir qu'une vapeur au-dessus d'une certaine température peut devenir un gaz incoercible et qu'un gaz refroidi au-dessous d'une température déterminée, qui dépend de sa nature, se conduit comme une vapeur, c'est-à-dire que sa tension ne peut être supérieure à une certaine valeur sans qu'il se produise une condensation.

» Cependant, dans le voisinage du point critique, on observe, pour de très faibles variations de température, des phénomènes qui ont conduit M. Andrews à regarder les états gazeux et liquides comme les termes éloignés d'un même état de la matière, pouvant passer de l'un à l'autre par une série continue de changements.

» Il est impossible, en effet, de savoir dans quel état se trouve la matière qui donne naissance aux stries *mouvantes* et *ondoyantes* qui se déplacent au-dessus du mercure lorsqu'on opère dans le voisinage du point cri-

tique (¹). Une diminution lente de pression permet souvent de s'assurer si un tube est rempli par un liquide ou par un gaz, car, dans ce dernier cas, la détente donne naissance à un nuage général et à des gouttes liquides; mais ce procédé ne fournit aucun renseignement sur la nature de ces stries.

» Ces incertitudes subsisteraient-elles encore si le gaz liquéfié, au lieu d'être incolore, possédait une coloration propre, ou si l'on pouvait lui en communiquer une artificiellement? C'est ce que nous apprendront les expériences suivantes, faciles à répéter avec l'acide carbonique.

» I. L'iode et l'ozone sont les premières substances qui aient permis d'obtenir de l'acide carbonique liquide coloré; mais l'iode attaque rapidement le mercure, et les propriétés de l'ozone ne se prêtent pas à l'étude des phénomènes du changement d'état dans le voisinage du point critique de l'acide carbonique.

» Nous devions donc chercher une substance colorante non gazeuse, afin que le gaz pût rester incolore et se distinguer toujours du liquide.

» Parmi les nombreuses matières colorantes essayées, nous en avons trouvé une qui se dissout assez rapidement dans cet acide liquéfié : c'est l'huile bleue de galbanum. Une goutte de cette huile déposée dans l'éprouvette suffit largement; le mercure en entraîne, dans le tube capillaire qui la surmonte, une quantité assez grande pour colorer l'acide en bleu pâle.

» La coloration, d'abord plus intense dans le bas du tube qui contient l'acide qu'on vient de liquéfier, devient uniforme après un certain temps, et dès lors un changement d'état partiel ou total est facile à suivre, car ce liquide, lorsqu'il se vaporise, abandonne sur les parois la matière colorante sous forme de gouttes bleues ou d'un voile coloré sur le liquide persistant, ou sur le mercure si la vaporisation est complète.

» Ainsi, un tube plein d'acide carbonique liquéfié et coloré, qu'on porte à une température supérieure à 31° (température critique de cet acide), se couvre sur ses parois intérieures de petites gouttes d'un bleu foncé. Ce dépôt est un signe infaillible de la vaporisation complète du dissolvant de l'huile colorée, c'est-à-dire de l'acide carbonique.

» A une température très voisine du point critique, il faut une plus grande attention pour analyser les phénomènes; il reste alors sur le mercure une couche liquide bleue, au-dessus de laquelle on voit des gouttes

(¹) L'appareil employé pour ces expériences est celui qui a servi à la liquéfaction des gaz, tel qu'il est décrit dans le Mémoire de M. Cailletet (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XV, p. 132).

colorées qui se déplacent en s'étalant sur les parois du tube, par augmentation et diminution alternatives de leur volume; les aspects variés de ces gouttes montrent que les stries sont bien produites, comme cela était vraisemblable, par une véritable condensation se faisant successivement en des points différents du tube.

» En résumé, en colorant l'acide carbonique, on rend le liquide toujours visible, et l'on constate que les stries ondulatoires découvertes par M. Andrews dissolvent l'huile bleue de galbanum, et par suite qu'elles sont produites par des traînées d'acide carbonique liquéfié.

» II. L'un de nous a signalé un phénomène imprévu ([1]), qu'on observe dans la compression d'un mélange contenant un gaz et une vapeur en partie déjà liquéfiée : la disparition de la surface de séparation du liquide et du gaz quand on augmente au delà d'une certaine limite la pression supportée par le mélange. Il est alors bien difficile de décider, par l'emploi d'une détente même ménagée, si la disparition du ménisque formé par le liquide incolore tient à une liquéfaction totale ou à une vaporisation totale.

» En colorant l'acide carbonique, on peut établir que le gaz liquéfié reprend l'état gazeux, quand on opère dans des tubes qui ne sont pas très capillaires, car un mélange que l'on comprime à température constante abandonne à la pression qui correspond à la disparition du ménisque la matière colorante dissoute, comme le fait l'acide carbonique pur liquéfié qu'on chauffe au-dessus de 31°.

» Afin de préciser les faits et les interprétations qui en découlent, nous décrirons une expérience faite vers 15° sur un mélange de 5^{vol} d'acide carbonique et de 1^{vol} d'air. Au moment où l'on vient d'augmenter la pression dans les limites strictement nécessaires pour produire la disparition d'un ménisque incolore, on voit l'huile bleue qui colore les couches inférieures du liquide condensé dans le tube capillaire former un enduit visqueux et très coloré qui descend lentement sur le mercure, et les stries liquides, qu'on observe quand on porte lentement l'acide carbonique liquéfié à sa température critique, se manifestent sous la forme d'une onde qui part du liquide et monte jusque dans le sommet du tube, en chassant devant elle un anneau coloré en bleu pâle; dès lors, le tube ne contient plus qu'un mélange gazeux homogène, qui donne des signes de liquéfaction par *abaissement de température* ou par *diminution de pression*.

» La similitude est donc complète entre les phénomènes qui accom-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XC.

pagnent la disparition d'un ménisque par la compression et le changement d'état à la température critique. La matière ne passe pas par degrés insensibles de l'état liquide à l'état gazeux ni dans l'une ni dans l'autre de ces circonstances.

» Dans une prochaine Note, nous donnerons les résultats de nos expériences sur le point critique du cyanogène, sur celui de l'acide sulfureux, de l'ammoniaque, de l'acide chlorhydrique, ainsi que nos observations sur le retard d'ébullition dans le voisinage du point critique de température. »

MINÉRALOGIE. — *Anomalie magnétique du fer météorique de Sainte-Catherine.* Note de M. J. **Lawrence Smith**.

« J'ai pris beaucoup d'intérêt à l'examen de diverses propriétés du fer météorique de Sainte-Catherine (Brésil). Ce fer a déjà été soigneusement examiné par MM. Guignet, Daubrée et Damour ([1]). Mes résultats chimiques, obtenus exclusivement sur la portion métallique, s'accordent exactement avec ceux de mon collègue M. Damour. Je n'ai pu obtenir le sulfure qui lui est associé parfaitement purifié de quelques parcelles de fer, mais je lui ai reconnu exactement les caractères que lui assigne M. Daubrée.

» Un fait intéressant à noter est que la composition de ce fer est très voisine de celle des minces paillettes métalliques blanches qui restent après la décomposition de la région externe de plusieurs des masses les mieux connues de fers météoriques, paillettes qui restent en mélange avec les oxydes produits par la décomposition.

» Les paillettes de Sevier County (Tennessee) m'ont fourni les matériaux dont j'ai fait usage dans mon analyse; leur quantité n'atteignait pas 1gr. Le fer non altéré de cette masse ne contient que 6 pour 100 de nickel, avec un peu de cobalt.

» L'analyse du fer de Sainte-Catherine par M. Damour, comparée à celle que j'ai faite des paillettes de Sevier, donne, pour 100 parties :

	Fer.	Nickel.
Sainte-Catherine..............	66	34 (Damour)
Paillettes de Sevier............	73	27 (Smith)

Le nickel contient un peu de cobalt.

» Mais le fait important que je désire noter aujourd'hui est la manière dont se comportent les fragments de fer en présence de l'aimant.

([1]) *Comptes rendus*, 1877, t. LXXXIV, p. 478, 1507; t. LXXXV, p. 1255.

» L'aimant dont je fais usage pour les séparations, dans l'analyse des météorites, est une barre cylindrique d'acier, longue de $0^{m},15$, et ayant $0^{m},007$ de diamètre; elle peut soutenir par chacun de ses pôles, dont l'un est terminé en pointe, un fragment d'acier de 30^{gr} à 40^{gr}.

» Si nous approchons cette barre de petits fragments détachés du fer de Sainte-Catherine et ne pesant pas plus de $0^{gr},100$ à $0^{gr},200$, tels que j'en joins à cette Note, nous trouvons que l'aimant n'a sur eux qu'une action très faible; mais, si nous aplatissons ces fragments en les frappant sur une surface d'acier, avec un marteau également en acier, elles deviennent très-sensibles à l'aimant. Pour éviter toute adhérence d'acier, j'ai répété l'expérience après les avoir aplatis au travers de feuilles de laiton, et le résultat a été le même.

» D'un autre côté, en chauffant au rouge le fer primitif, on le rend encore plus facilement attirable que par l'aplatissement.

» J'ai tenté des expériences analogues avec des fragments de la météorite d'Octibbeha, qui, on le sait, est caractérisée par sa richesse exceptionnelle en nickel, s'élevant à 60 pour 100; mais son attraction magnétique ne présente rien qui la distingue des autres fers météoriques.

» On n'a jamais observé, je crois, dans aucune substance, les particularités magnétiques que je signale dans le fer de Sainte-Catherine. Ce qui les rend plus remarquables encore, c'est que la météorite est plus ou moins polaire et que le sulfure qu'elle contient est fortement magnétique. Je laisse aux physiciens le soin de les expliquer. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'atténuation des effets des inoculations virulentes par l'emploi de très petites quantités de virus.* Note de M. A. Chauveau.

« Contrairement aux idées généralement admises, la réduction du nombre des agents virulents, employés pour pratiquer les inoculations, est capable d'exercer de l'influence sur les résultats de ces inoculations. Quelques indications existent déjà à ce sujet dans mes travaux sur la vaccine. Mais le fait qui m'a le plus frappé et qui m'a engagé à faire des recherches dans cette nouvelle direction, c'est le résultat de mes inoculations charbonneuses, sur les moutons d'Algérie, avec de petites ou de grandes quantités de virus. Celles-ci triomphent parfois de la résistance naturelle des moutons algériens contre le charbon. Celles-là ne sont pas suivies d'accidents graves et exercent une action préventive très nette à l'égard

des inoculations ultérieures, faites avec de grandes quantités de virus. C'est ainsi que la non-récidive du sang de rate a été démontrée pour la première fois.

» Or, il n'y a pas de raison de penser que ce qui se passe dans l'organisme de sujets doués d'une très faible réceptivité, pour un virus, ne puisse se reproduire sur les sujets dont la réceptivité est grande. Théoriquement, il doit suffire de réduire considérablement le nombre des agents infectieux, en le mettant en rapport inverse avec l'aptitude des sujets, pour obtenir des effets bénins, pour rendre même les agents virulents tout à fait inactifs. En pratique, il est peut-être impossible d'y réussir avec la plupart des virus. Il était, en tout cas, intéressant de chercher s'il n'en existerait pas qui se prêteraient à ce résultat.

» J'ai commencé par faire ces essais avec le sang de rate; voici dans quelles conditions : j'ai choisi, pour voie d'introduction du virus, l'injection intraveineuse, dans le but de favoriser l'obtention de résultats bénins. En effet, mes expériences sur la vaccine et la péripneumonie bovine, confirmées récemment par celles de MM. Arloing et Cornevin, sur le charbon symptomatique, ont montré que certains virus, introduits de cette manière dans l'organisme, n'agissent pas avec autant d'activité qu'en pénétrant d'une autre façon, et souvent même se bornent à communiquer l'immunité. D'un autre côté, j'ai eu recours à des dilutions plus ou moins étendues de sang charbonneux pour obtenir la matière à inoculation. Je m'arrangeais de manière que chaque centimètre cube du liquide contînt approximativement de 50 à 1000 bâtonnets charbonneux, et j'injectais cette quantité dans la veine jugulaire, en prenant toutes précautions pour éviter l'inoculation de la gaine périvasculaire. Toutes mes expériences ont été faites sur des moutons indigènes, auxquels on ne manque pas de communiquer le sang de rate, quand on injecte dans les veines une goutte de sang charbonneux ou de liquide de culture.

» Dans une première expérience, avec du sang frais de cochon d'Inde, quatre moutons reçoivent environ 1000 bâtonnets dans la veine jugulaire. Tous quatre meurent du sang de rate.

» Une deuxième expérience est faite sur deux moutons seulement, avec 600 bâtonnets environ, fournis par le sang frais d'un des sujets de la première expérience. L'un des moutons meurt du sang de rate. L'autre résiste et ne présente pas le moindre trouble dans sa santé.

» On tente une troisième expérience sur deux autres sujets avec 50 et 100 bâtonnets. Le liquide, dans ce dernier cas, avait été additionné de $\frac{1}{100}$

d'acide phénique. Aucun trouble ne se manifesta sur l'animal qui reçut ce dernier liquide. L'autre eut une fièvre extrêmement fugitive et légère.

» Ces deux derniers sujets, le survivant de la deuxième expérience et deux autres sujets, en tout cinq moutons, sont consacrés à une quatrième expérience, qui fut faite sept jours après la première injection des animaux de la troisième expérience et dix jours après celle du sujet de la deuxième expérience. Le nombre de bâtonnets introduits dans le sang fut de 1000 environ. Ils provenaient du sang d'un lapin qui venait de mourir. Les cinq sujets succombèrent tous au sang de rate. Mais, parmi les trois qui avaient survécu à une première inoculation, celui sur lequel on observa des signes de malaise ne mourut que le septième jour, avec une méningo-encéphalite bactéridienne. C'est une terminaison assez commune sur les moutons algériens qu'on fait périr en leur injectant dans les vaisseaux d'énormes quantités de bactéridies, en sorte que je serais porté à croire que ce sujet a été amené par la première injection sur la voie de l'immunité.

» Enfin, cinq derniers moutons servirent dans une cinquième et dernière expérience. On emprunta la matière à inoculation aux caillots du cœur et à la rate d'un lapin mort du sang de rate depuis quelques jours, mais dont le cadavre s'était parfaitement conservé à cause de l'abaissement de la température : on était au mois de janvier dernier. Le liquide préparé avec ces substances contenait 500 bâtonnets environ par centimètre cube. On en injecta un demi-centimètre, soit 250 bâtonnets, sur chaque animal. Tous les sujets survécurent, après avoir présenté quelques signes de fièvre légère et fugitive. Or, sur ces cinq sujets, réinoculés six semaines plus tard dans d'excellentes conditions de réussite, quatre ont parfaitement résisté. Un seul est mort du sang de rate.

» Comment interpréter cette dernière expérience?

» Si, au lieu de quatre sujets réfractaires, il n'y en avait eu qu'un ou même deux, on aurait pu expliquer la résistance par une immunité naturelle. Le nombre des sujets qui ont offert cette résistance écarte cette explication, car l'immunité naturelle est extrêmement rare sur les moutons français qui approvisionnent mon laboratoire.

» Mais on pourrait peut-être attribuer les résultats observés dans cette expérience à la qualité plutôt qu'au petit nombre des agents. L'inoculation n'a pas été faite, en effet, avec du sang frais, comme dans les autres expériences. On aurait pu écarter l'objection, si, en même temps qu'on inoculait les cinq moutons dont il est question, on en avait inoculé cinq

autres avec un grand nombre des mêmes bactéridies et si ces cinq derniers sujets avaient tous succombé. Malheureusement l'expérience n'a pas été faite ainsi et l'objection subsiste.

» Mais cette objection ne peut plus être opposée aux expériences que j'ai faites avec le charbon symptomatique, qu'on ferait mieux d'appeler charbon *bactérien*, pour le distinguer du sang de-rate, ou charbon *bactéridien*, et que je désignerai communément sous le nom de *maladie de Chabert*.

» Le virus de cette maladie est un des plus actifs que l'on connaisse; et cependant on peut l'injecter en notable quantité dans les veines, sans tuer les animaux, comme l'ont démontré MM. Arloing et Cornevin. L'injection dans le tissu conjonctif, en quantité beaucoup moindre, tue, au contraire, infailliblement les bœufs et les moutons. Or, je suis en mesure de citer plusieurs expériences démontrant que, en diminuant suffisamment la quantité de matière inoculée, partant le nombre des agents infectieux, on rend les inoculations dans le tissu conjonctif constamment bénignes, et néanmoins parfaitement préservatrices à l'égard des inoculations ultérieures pratiquées avec de grandes quantités de virus.

» Je ne veux citer qu'une seule de ces expériences, faite par hasard, et très instructive à divers points de vue.

» Au 15 décembre 1880, j'avais dix moutons algériens ou français, qu'un nombre considérable d'inoculations préventives, pratiquées depuis huit à quinze mois, avaient doués d'une immunité pour ainsi dire absolue contre le sang de rate. Je voulus cependant, avant de les faire servir à l'expérience pour laquelle ils avaient été ainsi préparés, faire une dernière inoculation préventive, avec un liquide extrêmement riche en bâtonnets. Chacun des sujets reçut, sous la peau de la cuisse, 1^{cc} de ce liquide.

» Malheureusement le liquide avait été filtré à travers un tamis très serré de toile de batiste, qui servait habituellement à la préparation de pulpes musculaires contenant le virus de la maladie de Chabert. On ne s'en aperçut qu'après l'injection. Comme le tamis était toujours lavé après avoir servi, j'espérai qu'il n'aurait pas contaminé le liquide charbonneux injecté sur mes dix animaux. Mes espérances furent déçues. Dès le lendemain de l'inoculation, je constatai que tous mes animaux, sans exception, étaient sous le coup de l'invasion de la maladie de Chabert. Chose remarquable et importante, les plus touchés étaient ceux qui avaient été opérés en dernier lieu, et, parmi les moins malades, le volume de la tumeur locale déterminée par l'inoculation allait en croissant du premier au dernier. Or, le

liquide injecté avait été puisé dans le même récipient, une petite cuvette étroite, et avait fourni à la seringue d'autant plus de particules solides qu'on se rapprochait plus du fond.

» Comme résultat définitif, les six derniers moutons opérés succombèrent tous. Les quatre premiers seuls survécurent.

» Un mois après, ces quatre sujets présentent encore des traces locales, dont l'importance est exactement en rapport avec l'ordre dans lequel ils furent inoculés. Sur le n° 1, plus de tumeur; simple desquamation épidermique. Le n° 2, qui fut à peine plus malade que le n° 1, présente un cordon sous-cutané dur, un peu noueux. On constate sur le n° 3 une tumeur dure, qui a succédé à un abcès cicatrisé. Enfin, c'est un abcès, non encore fermé complètement, qui existe sur le n° 4.

» On fait alors, à l'autre cuisse, une inoculation d'épreuve, avec une très notable quantité de virus. Les effets locaux et généraux en furent d'une extrême bénignité, mais non pas égale sur tous les sujets. En effet, j'eus la satisfaction de constater que la bénignité fut moindre sur les moutons que la première expérience avait le moins touchés. La constatation de cette inversion a son importance, parce qu'elle prouve que les différences constatées dans la première expérience ne tenaient pas à une disposition particulière des animaux.

» En résumé, cette intéressante expérience donne une nouvelle preuve de la non-identité du charbon bactéridien et de la maladie de Chabert.

» Elle démontre de plus :

» 1° Que le virus de la première maladie ne peut pas jouer le rôle de vaccin, à l'égard du virus de la seconde;

» 2° Que les moutons algériens ont la même aptitude que les moutons français à contracter la maladie de Chabert;

» 3° Que la quantité de virus employée pour inoculer cette maladie exerce une influence énorme sur les résultats des inoculations : les effets étant toujours mortels, quand la quantité est notable; toujours plus ou moins bénins, quand la quantité est extrêmement minime;

» 4° Que, même à leur plus grand degré de bénignité, les effets d'une première inoculation communiquent l'immunité. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Géométrie, la place laissée vacante par le décès de M. *Chasles*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Jordan	obtient.	33	suffrages.
M. Mannheim	»	21	»
M. Darboux	»	1	»

M. **Jordan**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Extrait d'une Lettre de M. **Lichtenstein** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Hier j'ai été à la recherche des œufs d'hiver, pour moi le seul œuf vrai. Je l'ai trouvé, comme l'a déjà dit M. Mayet, en très grande quantité sur le bois de deux ans du Clinton.

» Ce bois de deux ans est le petit bout de sarment que laisse la taille chaque année et qui est enlevé l'année suivante sous forme de crossette adhérente au sarment que l'on taille ras de la souche. En effet, ce n'est plus sur la souche elle-même, mais bien dans les fagots de sarments taillés et destinés à être brûlés (il y a déjà tant de sarments américains que M. Pagezy, après avoir vendu tant qu'il a pu des sarments de Clinton et Taylor à 20^{fr} le mille, en a encore à consommer comme bois à brûler) que j'ai trouvé les œufs d'hiver.

» C'est dire d'avance que les badigeonnage, décorticage ou tout autre remède appliqué au cep, *après la taille*, ne ferait absolument rien à l'œuf, puisqu'il est alors, non plus sur la souche, mais dans les fagots de sarments taillés. D'où l'on peut conclure que, si la bouture simple porte rarement ou peut-être ne porte jamais l'œuf d'hiver, la bouture pourvue de la

crossette, si elle provient de Clintons qui ont eu beaucoup de galles phylloxériques, en porte presque toujours, et c'est sous cette forme de bouture *garnie de crossette*, forme réputée par beaucoup de vignerons comme la plus favorable aux plantations, que l'importation du Phylloxera peut se faire le plus facilement.

» Ce matin, j'ai obtenu la première éclosion de l'œuf d'hiver, dont je n'ai pas à décrire le produit, déjà connu depuis plusieurs années.

» Je constate que cette éclosion a lieu ici près d'un mois plus tôt que dans la Gironde, où je n'ai obtenu des éclosions de l'œuf d'hiver que vers la fin d'avril (en 1876). Du reste, je n'entends nullement établir cette date comme certaine, car il faut tenir compte, je crois, de la douceur exceptionnelle de l'hiver. Les jeunes feuilles du Clinton se développent: rien donc de plus naturel que de voir éclore avec elles un insecte destiné à former des galles et ne pouvant les former que sur les plus jeunes feuilles, au moment où elles offrent encore, dans leur bourgeon à peine entr'ouvert, un abri à la *fondatrice*, très délicate et sans défense, qui sera déjà enfermée dans sa galle lorsque la feuille s'étalera.

» Ce procédé de formation de galles paraît être le même dans tout le groupe des *Pemphygiens*, auquel les *Phylloxériens* se rattachent si étroitement (je ne vois de différence que dans les pontes d'*été*, qui sont *ovigemmes* chez les *Phylloxériens* et *vivigemmes* chez les *Pemphigiens*). La galle se forme toujours sur la surface opposée à celle qui est piquée par l'insecte : le puceron de l'ormeau, par exemple, pique la feuille *par-dessous*, et la galle s'élève *sur* la feuille; le Phylloxera pique la feuille *par-dessus*, et la galle se développe *sous* la feuille. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur les causes qui permettent à la vigne de résister aux attaques du Phylloxera dans les sols sableux.* Note de M. **Saint-André**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les diverses hypothèses faites dans le but d'expliquer les causes de la résistance des vignes dans quelques terrains, et particulièrement dans les sols sableux, n'ont pas été confirmées par les recherches que nous avons entreprises à la station agronomique de Montpellier.

» La mobilité des sables, l'absence de crevasses dans les sols sableux, l'acuité des particules, la finesse de celles-ci, ne sont en aucune façon les

causes de la résistance des vignes; la pauvreté des terres en chaux, la grande proportion de silice qu'elles renferment, leur richesse colossale en acide phosphorique ou en chlorure de sodium, ne sont pas davantage les raisons de l'immunité dont jouissent les vignes dans les terrains sableux. En effet, on rencontre de magnifiques vignobles dans les terres graveleuses, immobiles, où il n'y a aucun obstacle au cheminement souterrain du Phylloxera; d'autre part, on trouve des vignes résistantes dans des sables dont aucun grain n'est anguleux, où toutes les particules ont les arêtes arrondies, et, dans l'immense majorité des cas, la petitesse des particules sableuses n'atteint pas la ténuité des particules argileuses.

» L'expérience démontre que la plupart des sols sableux favorables à la culture actuelle de la vigne contiennent plus de 12 pour 100 de chaux, et renferment parfois une moindre quantité de silice que certaines terres dans lesquelles la vigne succombe par le Phylloxera; l'une de celles-ci contenait 82 pour 100 de silice, tandis que les sables du littoral de la Méditerranée en ont rarement plus de 75 pour 100. Ceux-ci renferment une quantité d'acide phosphorique inférieure à celle contenue dans de nombreuses terres où les vignobles ont depuis longtemps disparu.

» C'est à tort que l'on fait jouer dans cette question un rôle important au chlorure de sodium; les recherches faites dans notre laboratoire par M. A. Pavlowsky ont montré que les sables dans lesquels la vigne possède au plus haut degré l'immunité sont fort pauvres en sel marin (au moins jusqu'à 1^{m} de profondeur); quelques-uns ne renferment que des traces de cette substance, qui est toujours en quantité appréciable dans les terres occupées autrefois par les vignes.

» La présence d'un courant d'eau souterrain, noyant constamment le système radiculaire, est également inadmissible; la détermination de la quantité d'eau contenue dans les sols sableux, à différentes profondeurs et à diverses époques, montre que ces terrains sont, pour la plupart, très pauvres en eau; l'humidité qu'ils contiennent est notablement inférieure à celle qui se trouve, à la même époque, dans d'autres sols où la présence du Phylloxera rend la culture de la vigne impossible.

» Toutefois, l'étude des circonstances qui agissent sur la circulation de l'eau dans le sol apprend qu'en présence du Phylloxera les mouvements de l'eau dans la terre jouent un rôle de premier ordre; on constate qu'il existe un rapport intime entre la capacité capillaire d'un sol pour l'eau, c'est-à-dire la quantité d'eau que ce sol peut retenir physiquement quand il est saturé par ce liquide, et la résistance des vignes au Phylloxera. Dans

les terres qui possèdent la plus faible capacité capillaire, la vigne est absolument indemne; dès que cette faculté s'accroît, la végétation est moins luxuriante, la vigne souffre de la présence du terrible puceron; cette plante succombe rapidement sous les atteintes de celui-ci, lorsque la quantité d'eau retenue par le sol dépasse une certaine limite oscillant autour de 40 pour 100.

» Nos observations ont porté sur 165 terres, dont 100 provenant de vignobles détruits des départements de l'Hérault, du Gard et de Vaucluse, et 65 prélevées, les unes dans les remarquables plantations de vignes faites sur les cordons littoraux des environs d'Aigues-mortes et de Palavas-les-Flots, les autres dans les alluvions sablonneuses de la Durance, les plaines du département des Landes et les dunes de l'Océan. La culture de la vigne dans les terrains sableux présente des garanties d'immunité absolue, quelques vignobles du littoral méditerranéen sont presque séculaires; l'un des sables de l'Océan est cultivé en vigne depuis soixante ans. Ces plantes n'ont pas été attaquées par le Phylloxera, dont les ravages se sont exercés sur tous les vignobles voisins; le puceron a complètement disparu des plants de vignes phylloxérés qui ont été transplantés dans les sables d'Aigues-mortes. La capacité capillaire du sol pour l'eau a varié de 23 à 35,8 pour 100 pour tous les sols indemnes; elle s'est élevée de 35,20 à 42,5 pour 100 dans toutes les terres où la végétation de la vigne est languissante; elle a toujours été supérieure à 40 pour 100 dans les terrains où les vignobles disparaissent rapidement sous les attaques de l'insecte.

» La vigueur des vignes américaines est étroitement liée à la capacité capillaire du sol; en général, elles réussissent encore dans des terres dont la faculté hygroscopique atteint et même dépasse 45 pour 100; mais, comme pour les vignes indigènes, il est impossible pour l'instant de fixer une limite précise, car on constate sous ce rapport une sensible différence suivant les espèces, les variétés et les modes de culture.

» Plusieurs faits paraissent confirmer le rapport inverse observé entre la résistance de la vigne et la capacité capillaire du sol.

» 1° La vigne est morte dans des terres constituées par 70 à 82 pour 100 de silice et dont la capacité capillaire était supérieure à 45 pour 100.

» 2° A l'École d'Agriculture de Montpellier, les vignes ont disparu en premier lieu dans les sols où la capacité capillaire était la plus considérable; elles végètent encore dans les terrains de moindre capacité capillaire;

» 3° En déterminant la capacité capillaire de plusieurs parcelles d'un vignoble, il a été possible de les classer dans un ordre représentant absolument celui dans lequel un même cépage avait successivement disparu de ces différentes parcelles.

» En admettant que la faible capacité capillaire d'une terre soit la cause directe ou indirecte de la résistance des vignes, on peut expliquer la prédisposition des terres argileuses ou marneuses à l'envahissement par le Phylloxera, les bons effets du défoncement dans certains sols, le succès du drainage dans plusieurs circonstances, la végétation remarquable des vignes américaines dans des terres ayant un sous-sol perméable, la réussite de ces plantes dans des sols riches en fer ou en silice; on comprend l'influence nuisible d'un excès d'humidité ou d'une grande richesse en matières organiques, le funeste effet de l'apport de limons fertiles dans des terres sableuses, l'insuccès de la culture de la vigne dans quelques parties basses des cordons littoraux; on conçoit la vigueur conservée par la vigne dans des sols très caillouteux, au bord des chemins où de nombreux graviers se trouvent mélangés à la terre arable, auprès des murs de soutènement de champs plus élevés que le sol voisin; la reprise des vignes dans quelques pièces où l'on a récemment creusé des puits et de grandes tranchées serait fort compréhensible.

» Si les recherches que nous poursuivons sur ce sujet confirment le résultat de nos premières expériences, la pratique obtiendra des renseignements importants par la simple détermination de la capacité capillaire d'un terrain. En effet, il existe en France de grandes surfaces sableuses, caillouteuses, arides, assez bien situées pour permettre la maturité du raisin et où les viticulteurs pourront planter des vignes indigènes, sans craindre les ravages du redoutable parasite. Quelques terrains dont la capacité capillaire est relativement faible pourront, à l'aide de certaines opérations culturales, être suffisamment modifiés pour qu'on puisse y créer des vignobles indemnes de Phylloxera. Des sols actuellement incultes et sans valeur ne tarderont pas à se couvrir de vignes et à prendre rang parmi les terres les plus productives. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la bismuthine produite par les houillères incendiées.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Boussingault par M. **Mayençon.**

(Renvoi à l'examen de M. Damour.)

« Ce minéral accompagne assez fréquemment la galène sublimée dont j'ai signalé l'existence à Montrembert ([1]). Je l'ai d'abord confondu avec le sulfure d'antimoine, qui est produit dans les mêmes circonstances.

» En février 1880, je l'ai trouvé à peu près pur au puits Rosier, à Chavassieux. Il se montrait tapissant les parois d'une bouche formée par deux grosses pierres disjointes. Ses cristaux, en aiguilles brillantes, extrêmement ténues, souvent longues de plusieurs centimètres, étaient entre-croisés dans tous les sens et d'un effet remarquable.

» J'en ai recueilli 3^{gr} à 4^{gr}, espérant bientôt faire une nouvelle récolte. Huit jours après, je suis retourné au puits Rosier; mais, à mon grand regret, la bouche était fermée par des scories de fourneau qu'un ouvrier avait déposées. Tout était froid; les vapeurs avaient pris une autre direction.

» J'ai retrouvé depuis la bismuthine à Montrembert et à Chavassieux. La température à laquelle elle se dépose est assez élevée : un thermomètre placé au voisinage monte rapidement au-dessus de 300°; un fil de plomb y fond immédiatement. D'ailleurs, souvent on voit pendant la nuit une flamme livide s'échapper des fissures.

» Généralement, les bouches dans lesquelles on trouve le sulfure de bismuth présentent à la surface du sol, où la température est beaucoup moins élevée, d'autres corps sublimés dont la couleur varie du jaune pâle au rouge vermillon, couleurs qui perdent de leur vivacité par le refroidissement. Au nombre de ces substances, on trouve abondamment le réalgar et l'orpiment, puis de l'acide arsénieux, du soufre, des chlorures, des iodures et des fluorures de divers métaux.

» Je n'ai pas rencontré la bismuthine dans les roches encaissant la houille. Je suis porté à croire qu'il en existe dans les rognons de fer carbonaté où j'ai rencontré de la galène. »

M. H. **Lefèvre** adresse un Mémoire manuscrit, intitulé « Métrologie générale et son application à la théorie des monnaies et du change ».

(Renvoi à la Commission de Statistique.)

([1]) *Comptes rendus*, février 1878.

M. **Laliman** adresse à l'Académie plusieurs bouteilles remplies de sèves de quelques cépages américains.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du Tome XXXVI (3e série) du « Recueil des Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires ».

M. le **Ministre de l'Instruction publique** ayant invité l'Académie à lui présenter un certain nombre de ses Membres pour prendre part aux travaux du Congrès des Électriciens, l'Académie, sur la proposition de la Section de Physique, désigne au choix de M. le Ministre les Membres des Sections de Physique, de Chimie et de Mécanique.

M. **Gould**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. **Marvaud**, **Poincaré** adressent leurs remercîments à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. **Ch. Brame** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant de la Section d'Économie rurale devenue vacante par le décès de M. *Kuhlmann*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *G. Zurria,* intitulé « Sullo sviluppo della funzione perturbatrice nella teoria dei pianeti ».

2° « Les colonies animales et la formation des organismes », par M. *Edm. Perrier*.

3° Un Ouvrage de M. *Rood,* intitulé « Théorie scientifique des couleurs ».

4° Un Ouvrage de M. *E. Blavier*, portant pour titre : « Des grandeurs électriques et de leur mesure en unités absolues ».

5° Une Brochure de M. *R. Wolf*, portant pour titre « Ueber die Abspiegelung der Sonnenfleckenperiode in den zu Rom beobachteten magnetischen Variationen ».

6° Un Mémoire de M. *E. Villari*, intitulé « Sulle scariche interne dei condensatori elettrici ».

M. le Secrétaire perpétuel présente, au nom de M. le prince *Boncompagni*, la livraison de mai 1880 du « *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche* ».

Le numéro actuel est consacré à la suite de l'étude que M. Boncompagni publie sur le Traité d'Arithmétique du P. *Smeraldo Borghetti Lucchese*.

M. le Secrétaire perpétuel donne communication d'une Lettre par laquelle M. *P. Godron* fait hommage à la Bibliothèque de l'Institut des différents Mémoires publiés par son père. Après avoir remercié M. Godron au nom de l'Académie, M. le Secrétaire perpétuel exprime le vœu que les savants qui appartiennent à l'Académie ou sont en relation avec elle adressent l'ensemble de leurs publications à la Bibliothèque, qui s'enrichirait ainsi d'une précieuse collection.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des fonctions qui proviennent de l'équation de Gauss*. Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

« Soient m, n, p trois nombres entiers positifs; posons

$$\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}=1-\frac{2}{\mu};$$

et envisageons un cas de l'équation de Gauss, savoir

$$(1)\qquad x(x-1)y''+\left[\left(1-\frac{1}{m}\right)(x-1)+\left(1-\frac{1}{n}\right)x\right]y'+\frac{1}{\mu}\left(\frac{1}{\mu}+\frac{1}{p}\right)y=0.$$

» M. Schwarz a fait voir (*Journal de Borchardt*, t. 75) que cette équation s'intègre *algébriquement* dans les cas, en petit nombre, où μ est négatif. Dans le Mémoire que l'Académie a récemment couronné, j'ai eu l'occasion de réunir la solution de ces cas en une formule unique. Voici comment. Le nombre μ étant négatif, il existe trois polynômes entiers X, Y, Z, dont

les degrés sont $-\frac{\mu}{m}$, $-\frac{\mu}{n}$, $-\frac{\mu}{p}$, et qui satisfont à l'identité

$$(2)\qquad X^m + Y^n + Z^p = 0.$$

Soit η la variable qui figure dans ces polynômes. En liant η et x par les relations compatibles

$$(3)\qquad x = -\frac{X^m}{Z^p}, \quad x - 1 = \frac{Y^n}{Z^p},$$

on obtient, pour les intégrales de (1),

$$(4)\qquad y_1 = \eta Z^{\frac{p}{\mu}}, \quad y_2 = Z^{\frac{p}{\mu}}.$$

» Je me propose d'expliquer ici comment ces résultats s'étendent au cas $\mu > 0$.

» Soit $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ une série hypergéométrique. Faisant les suppositions

$$\alpha = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n} + \frac{1}{p}\right), \quad \beta = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n} - \frac{1}{p}\right), \quad \gamma = 1 - \frac{1}{m},$$

j'écrirai abréviativement

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x) = [m, n, p, x].$$

Je prends le rapport η de deux intégrales de (1) sous la forme

$$(5)\qquad \eta = \left(\frac{1}{x}\right)^{\frac{1}{p}} \frac{\left[-p, n, m, \frac{1}{x}\right]}{\left[p, n, m, \frac{1}{x}\right]}.$$

Les deux développements qui figurent ici ne sont valables que pour $\operatorname{mod} x > 1$. Il faut leur substituer, par la pensée, les intégrales qui subsistent toujours. Une étude facile fait voir que x reste toujours une fonction uniforme de η. Cette fonction ne pouvant être rationnelle dans l'hypothèse $\mu > 0$, on en conclut que le point dont η est l'affixe reste dans une portion limitée du plan, disons la *région de* η. Je fais maintenant

$$(6)\qquad \begin{cases} X(\eta) = (-1)^{\frac{1}{m}} \left[p, n, m, \frac{1}{x}\right]^{\frac{\mu}{m}}, \\ Y(\eta) = \left(1 - \frac{1}{x}\right)^{\frac{1}{n}} \left[p, n, m, \frac{1}{x}\right]^{\frac{\mu}{n}}, \\ Z(\eta) = \left(\frac{1}{x}\right)^{\frac{1}{p}} \left[p, n, m, \frac{1}{x}\right]^{p}. \end{cases}$$

» *Les trois fonctions ainsi définies sont synectiques dans la région de* η. *Elles ont pour uniques zéros, tous simples, les diverses valeurs de* η *qui correspondent respectivement à* $x = 0, 1, \infty$. *Elles satisfont* (par construction) *à l'identité* (2) *et fournissent les intégrales de* (1) *suivant les formules* (3), (4).

» Ce qu'il importe de savoir, c'est la nature des développements dont ces fonctions sont susceptibles dans toute la région de η. A cet effet, il faut connaître la nature de cette région. Or, le problème qui se pose ici se résout très aisément grâce aux travaux antérieurs de Riemann, de Kummer et de M. Schläfli.

» Les valeurs de η, qui répondent à une valeur de x, dérivent les unes des autres par une série de substitutions linéaires. Je trouve dans le Mémoire de M. Schläfli (*Math. Annalen*, t. III) tous les éléments nécessaires à la formation de ce groupe. Il y va figurer la fonction *gamma* pour chacun des huit arguments $\frac{1}{2}\left(1 \pm \frac{1}{m} \pm \frac{1}{n} \pm \frac{1}{p}\right)$, et j'écrirai, pour abréger,

$$(abc) = \Gamma \frac{1}{2}\left[1 + \frac{(-1)^a}{m} + \frac{(-1)^b}{n} + \frac{(-1)^c}{p}\right].$$

» Le groupe dont il s'agit dérive de trois substitutions

$$\eta' = e^{\frac{2i\pi}{p}} \eta, \quad \zeta' = e^{\frac{2i\pi}{m}} \zeta, \quad \xi' = e^{\frac{2i\pi}{n}} \xi,$$

où ζ, ξ sont les fonctions linéaires de η que voici :

$$\zeta = \frac{\Gamma\left(-\frac{1}{p}\right)(000)(010)\eta + \Gamma\left(\frac{1}{p}\right)(001)(011)e^{\frac{i\pi}{p}}}{\Gamma\left(-\frac{1}{p}\right)(100)(110)\eta + \Gamma\left(\frac{1}{p}\right)(101)(111)e^{\frac{i\pi}{p}}},$$

$$\xi = \frac{\Gamma\left(-\frac{1}{p}\right)(000)(100)\eta + \Gamma\left(\frac{1}{p}\right)(001)(101)}{\Gamma\left(-\frac{1}{p}\right)(010)(110)\eta + \Gamma\left(\frac{1}{p}\right)(011)(111)}.$$

Ces trois substitutions, et par suite toutes celles du groupe, laissent inaltéré, comme on le prouve facilement, le cercle (R) ayant l'origine pour centre et dont le rayon R est donné ainsi :

$$R^2 = \left[\frac{\Gamma\left(\frac{1}{p}\right)}{\Gamma\left(-\frac{1}{p}\right)}\right]^2 \frac{(001)(011)(101)(111)}{(000)(010)(100)(110)}.$$

Ce résultat permet de prouver que *la région de* η *est limitée par le cercle* (R).

Donc *les fonctions* X, Y, Z *sont développables à l'intérieur de ce cercle suivant les puissances croissantes de* η. Ces développements ont les formes suivantes :

$$\begin{aligned} X(\eta) &= (-1)^{\frac{1}{m}} + a_1\eta^p + a_2\eta^{2p} + a_3\eta^{3p} + \ldots, \\ Y(\eta) &= 1 \phantom{(-1)^{\frac{1}{m}}} + b_1\eta^p + b_2\eta^{2p} + b_3\eta^{3p} + \ldots, \\ Z(\eta) &= \eta \phantom{(-1)^{\frac{1}{m}}} + c_1\eta^{p+1} + c_2\eta^{2p+1} + c_3\eta^{3p+1} + \ldots. \end{aligned}$$

Ils peuvent être calculés, terme par terme, au moyen des formules (5) et (6). Ils sont propres à représenter toutes les valeurs de x.

» Dans une prochaine Communication, je dirai quelles sont les propriétés et quel usage on peut faire de ces nouvelles fonctions, comment on peut encore les généraliser en prenant pour point de départ d'autres équations linéaires du second ordre; je montrerai aussi les liens intimes qui unissent mes recherches à celles dont M. Poincaré a donné un résumé si remarquable dans des Communications récentes (14 et 21 février). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle application et quelques propriétés importantes des fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Considérons un groupe fuchsien G quelconque et les différentes fonctions fuchsiennes qui correspondent à ce groupe. Je suppose que G soit tel que toutes ces fonctions fuchsiennes n'existent qu'à l'intérieur du cercle fondamental. Toutes ces fonctions fuchsiennes seront liées par des équations algébriques et seront fonctions rationnelles de deux d'entre elles, que j'appellerai x et y, et entre lesquelles il y aura une relation algébrique

$$f(x, y) = 0. \tag{1}$$

» Si l'on pose

$$t_1 = \sqrt{\frac{dx}{dz}}, \quad t_2 = z\sqrt{\frac{dx}{dz}}$$

(z étant l'argument des fonctions fuchsiennes), t_1 et t_2 seront les intégrales d'une équation linéaire

$$\frac{d^2t}{dx^2} = \varphi(x, y)t, \tag{2}$$

φ étant rationnel en x et y.

» Envisageons une intégrale abélienne de première espèce

$$u(x, y).$$

Remplaçons-y x et y par leurs valeurs en fonction de z; u deviendra holomorphe en z et pourra, par conséquent, être représenté à l'intérieur du cercle fondamental par une série ordonnée suivant les puissances de z. L'emploi des fonctions fuchsiennes nous donne donc l'intégrale u sous la forme suivante,

$$u = \theta_1(z), \quad x = \frac{\theta_2(z)}{\theta_3(z)},$$

θ_1, θ_2, θ_3 étant des séries ordonnées suivant les puissances de z et toujours convergentes.

» Quand z subit une opération quelconque du groupe G, le point (x, y) décrit un cycle, et, par conséquent, u augmente d'une période. Considérons le groupe des opérations qui consistent à augmenter u d'une période. Ce groupe, d'après ce qui précède, *devra être isomorphe au groupe* G.

» *Si, par conséquent, le groupe* G *est dérivé de moins de* $2p+2$ *opérations, l'intégrale* u *ne pourra avoir* $2p+2$ *périodes distinctes, et, par conséquent, la relation* (1) *sera au plus du genre* p.

» Cette limite peut, le plus souvent, être abaissée, car, pour que l'isomorphisme dont j'ai parlé plus haut puisse avoir lieu, il faut, dans certains cas, qu'il y ait entre les périodes de u certaines relations linéaires, de sorte que ces périodes cessent d'être distinctes.

» C'est ainsi que la relation (1) peut être du genre zéro, bien que le groupe G soit dérivé d'un nombre quelconque d'opérations.

» Par conséquent, les fonctions fuchsiennes permettent d'intégrer une infinité d'équations telles que (2), où φ est rationnel en x, et non plus seulement en x et en y; bien que ces équations présentent un nombre quelconque de points singuliers.

» Ainsi, si a, b, c et les coefficients sont convenablement choisis, si la différence des racines des équations déterminantes relatives à chacun des points singuliers

$$a, \; b, \; c, \; \infty$$

est une partie aliquote de l'unité, l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y\left[\frac{A}{(x-a)^2} + \frac{A'}{x-a} + \frac{B}{(x-b)^2} + \frac{B'}{x-b} + \frac{C}{(x-c)^2} + \frac{C'}{x-c}\right]$$

est intégrable à l'aide des équations fuchsiennes.

» Je citerai aussi, parmi les équations intégrables à l'aide des fonctions fuchsiennes, certaines équations à coefficients doublement périodiques. M. Picard a démontré que ces équations s'intégraient par les fonctions

elliptiques toutes les fois qu'il n'y a d'autre point singulier que des pôles. Elles s'intégreront par les fonctions fuchsiennes et zétafuchsiennes s'il n'y a que des pôles et un point critique algébrique. Elles s'intégreront aussi à certaines conditions quand même il y aurait plus d'un point critique algébrique.

» Nous avons trouvé plus haut une limite supérieure du genre de la relation (1). D'autres considérations fournissent une limite inférieure. Dans tous les exemples que j'ai eu l'occasion d'étudier jusqu'ici, ces deux limites coïncident, de sorte que l'on connaît exactement le genre de la relation (1). Tout ce qui précède, je le répète, ne s'applique qu'à celles des fonctions fuchsiennes qui n'existent qu'à l'intérieur du cercle fondamental. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les relations entre les taches solaires et les variations magnétiques*. Lettre de M. **R. Wolf** à M. Janssen.

« Je viens de compléter ma statistique solaire pour l'année 1880.

» L'année 1880 est la trente-quatrième de mes observations solaires, la cent-trente-deuxième de ma série des nombres relatifs mensuels et la deux-cent-soixante-dixième de la période pour laquelle j'ai établi les époques de maximum et de minimum et le cycle de $11\frac{1}{9}$. Elle est caractérisée par le Tableau suivant, dans lequel n désigne le nombre de jours où le Soleil a été vu sans taches par une lunette de 5 pieds, avec un grossissement de 64, r le nombre relatif moyen déduit de la fréquence et de la grandeur des taches, et Δv l'augmentation de la variation magnétique en déclinaison depuis l'année précédente :

1880.	n.	r.	Δv.
Janvier	7	24,0	0',03
Février	6	27,5	0,83
Mars	5	19,3	0,61
Avril	2	19,5	2,19
Mai	4	23,5	0,15
Juin	0	34,1	0,59
Juillet	5	21,9	0,79
Août	0	48,1	0,56
Septembre	0	66,0	1,76
Octobre	0	43,0	2,19
Novembre	3	30,7	1,70
Décembre	1	29,6	0,49
Année	33	32,3	0,99

» Les valeurs de n et de r se déduisent, en première ligne, des observations de Zürich, que j'ai complétées par les séries reçues d'Athènes, de Leipzig, Madrid, Moncalieri, Palerme, Peckeloh, Rome et Washington. Les valeurs de Δv sont des moyennes tirées des observations de Christiania, Milan, Moncalieri, Munich, Paris (Montsouris), Prague et Vienne.

» En joignant la valeur de r obtenue pour l'année 1880 à la série des valeurs obtenues pour les années précédentes, j'ai formé le Tableau suivant :

Année.	r.	Année.	r.	Année.	r.
1866......	16,3	1871......	111,2	1876......	11,3
1867......	7,3	1872......	101,7	1877......	12,3
1868......	37,3	1873......	66,3	1878......	3,4
1869......	73,9	1874......	44,6	1879......	6,0
1870......	139,1	1875......	17,1	1880......	32,3

» On voit du premier coup d'œil que la courbe solaire remonte rapidement et que l'on peut présumer un maximum de 1882 à 1883.

» Les formules établies par moi depuis de longues années, pour déduire les variations magnétiques des nombres relatifs solaires, donnent, pour 1879 à 1880,

$$\Delta v = 0,045\,(32,3 - 6,0) = 1',18,$$

et les observations de sept stations ont donné (*voir* le premier Tableau) en moyenne

$$\Delta v = 0',99.$$

» L'accord remarquable entre ces deux valeurs fait ressortir de nouveau la justesse de mes formules; le détail de ces recherches prouve clairement que la première valeur est plus sûre que la seconde. »

PHYSIQUE. — *Sur la viscosité des gaz.* Note de M. WILLIAM CROOKES. (Extrait.)

« La viscosité d'un gaz est la résistance qu'il présente au glissement de ses molécules les unes sur les autres. M. Maxwell a été conduit, théoriquement, à établir que le coefficient de frottement ou la viscosité devait être indépendante de la densité du gaz. Des expériences instituées à cet effet, en opérant sur l'air, démontraient qu'entre $0^{m},762$ et $0^{m},013$ de pression le calcul et l'expérience s'accordaient.

» A la vérité, la loi signalée par M. Maxwell suppose qu'on agit sur un gaz dont les molécules jouissent d'un libre parcours moyen très faible, com-

paré aux dimensions de l'appareil qui le contient. Tel est le cas pour des expériences effectuées dans les limites de pression énoncées plus haut. Mais il est facile, au moyen des procédés actuellement connus, d'atteindre des exhaustions bien plus élevées, et il était à croire que, dans ces conditions de libre parcours moyen plus étendu, les coefficients de frottement des molécules des gaz, déterminés pour des pressions ou densités plus fortes, ne seraient plus applicables.

» Avec la pompe de Sprengel, on obtient facilement un vide dans lequel la distance moyenne de libre parcours des molécules gazeuses peut être appréciée en centimètres ou même en mètres.

» Supposons, par exemple, que la course moyenne des molécules d'air soit de $\frac{1}{10000}$ de millimètre à la pression ordinaire, elle deviendra de $0^m,001$ sous la pression de $\frac{1}{10000}$ d'atmosphère; elle atteindra $0^m,10$ au $\frac{1}{1000000}$ et 10^m au $\frac{1}{100000000}$ d'atmosphère, vide que les appareils actuels nous donnent la facilité d'atteindre. En négligeant quelques corrections de détail, ce vide correspond à une hauteur de 144^{km} au-dessus de la surface de la Terre. Plus loin, la course de libre parcours prendrait des proportions comparables aux distances planétaires : à 320^{km}, elle atteindrait déjà 16000000^{km}, et à 450^{km} environ cette longueur égalerait la distance qui nous sépare de Sirius.

» Pour apprécier la viscosité d'un gaz comparé à l'air, l'auteur se sert d'une plaque de mica suspendue par un fil fin de verre dans le ballon renfermant le gaz objet de l'étude. Le fil ayant été soumis à une torsion, on observe les oscillations de la plaque de mica et on en déduit le coefficient de viscosité relativement à l'air, par des expériences comparatives. On ne s'est pas arrêté aux exhaustions exprimées en millimètres; on a poursuivi les expériences jusqu'aux millionièmes d'atmosphère, qu'on représente par M. Le vide le plus parfait qu'on ait obtenu étant égal à 0,02 M, la pression du gaz se trouvait, par rapport à la pression ordinaire, comme une seconde de temps à douze mois ou $0^m,001$ à 13000^m.

» En comparant les résultats de ses propres expériences avec ceux de ses prédécesseurs, l'auteur trouve les rapports suivants, à l'égard de la viscosité de quelques gaz :

	Graham.	Kundt et Warburg.	Maxwell.	Crookes.
Air	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Oxygène	1,1099	»	»	1,1185
Azote	0,971	»	»	0,9715
Acide carbonique	0,807	0,806	0,859	0,9208
Oxyde de carbone	0,971	»	»	0,9715
Hydrogène	0,4855	0,488	0,5156	0,4439

» Les résultats de M. Graham sont déduits théoriquement de ses expériences sur la transpiration des gaz.

» Le rapport entre l'air, l'oxygène, l'azote et l'oxyde de carbone, se maintient sans grande altération sous des pressions différentes et tel qu'on le trouve à 0,760. Il n'en est pas ainsi pour l'acide carbonique. Le rapport entre ce gaz et l'air se maintient de 760^{mm} à 650^{mm}. Il diminue ensuite à mesure que la pression devient moindre, jusqu'à 50^{mm} ou 55^{mm}; à ce terme, ce rapport redevient constant.

» Quant à l'hydrogène, il se distingue absolument de tous les autres gaz. Sa viscosité reste la même depuis 0,760 jusqu'au millième d'atmosphère.

» Il était probable que, en augmentant la pression, un gaz facilement liquéfiable deviendrait plus promptement visqueux qu'un gaz éloigné du point de liquéfaction. L'hydrogène, le plus résistant des gaz au changement d'état, est aussi le moins propre, en effet, à devenir visqueux par la pression. Le gaz oxygène et l'azote, un peu moins difficiles à condenser que l'hydrogène, montrent dans les mêmes circonstances une augmentation appréciable de viscosité. L'acide carbonique, qui devient liquide à 15° sous la pression de 56^{atm}, éprouve un accroissement si rapide de viscosité, qu'en prolongeant jusqu'à ce terme la courbe qui représente les résultats obtenus, on obtient un nombre tel que la résistance qu'il exprime ne peut convenir à un gaz.

» La loi de Maxwell a été découverte comme conséquence d'une théorie mathématique. Elle suppose l'existence d'un gaz à l'état parfait. Cet état, nous ne le connaissons pas, quoique l'hydrogène semble très près de le réaliser. On peut dire d'un gaz ordinaire qu'il se lie, quant à son état physique, d'un côté à la condition subgazeuse ou liquide, de l'autre à la condition ultra-gazeuse. La première devient prépondérante, quand il est condensé par la pression ou le froid; la seconde l'emporte, quand il est raréfié. Avant de passer à l'un de ces états, les gaz éprouvent quelque perte de leur gazéité. Quand ils s'approchent du point de liquéfaction, l'attraction qui se manifeste entre leurs molécules augmente rapidement, et les effets de la pression cessent d'être seulement réglés par les lois propres aux gaz parfaits. L'accroissement de densité peut être obtenu alors par un plus faible accroissement de pression. Inversement, quand le gaz tend à prendre la forme ultra-gazeuse, c'est la diminution de densité qui précède à son tour la diminution de pression.

» Quand un gaz passe à l'état ultra-gazeux, il perd graduellement ses caractères et ne présente plus quelques-uns des attributs essentiels à cette classe de corps.

» Ainsi, la loi de Maxwell, qui suppose que la viscosité des gaz est indépendante de leur densité ou de la pression, reste vraie jusqu'à un certain moment; ensuite elle n'est plus applicable. Tous les gaz entre certaines limites obéissent à cette loi; en dehors de ces limites, ils ne lui sont plus soumis. Pour l'hydrogène, la loi de Maxwell est vraie entre 0,760 et 0,001; pour l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, l'oxygène, l'azote et l'air, elle ne l'est plus que dans des limites étroites de 0,015 à 0,035. Dans ces limites, ces derniers gaz sont parfaits à l'égal de l'hydrogène considéré entre 0,760 et 0,001.

» Le passage à l'état ultra-gazeux commence à se manifester à la pression de 0,0005. Avec l'hydrogène, il est lent; avec les gaz moins parfaits, il est plus rapide.

» Dans les gaz ordinaires, les différences de pression sur les parois d'un tube fermé s'égalisent promptement. Dans l'état ultra-gazeux, ces différences peuvent coexister pendant vingt minutes.

» Dans les gaz, les corps électrisés ne gardent pas leur électricité. Dans un milieu ultra-gazeux, deux feuilles d'or électrisées ont conservé pendant treize mois le même angle de répulsion.

» La rapidité avec laquelle un corps chaud se refroidit dans un gaz ne change guère quand on passe de la pression ordinaire à la pression représentée par un vide obtenu au moyen des machines pneumatiques anciennes. Le nombre des molécules contenues dans un espace donné de gaz est diminué, mais la distance moyenne de leur libre parcours s'est accrue. La différence de vitesse avant et après le choc peut compenser la diminution du nombre des molécules. La vitesse du refroidissement se trouve ainsi peu modifiée.

» Il n'en est plus ainsi quand on a réalisé l'état ultra-gazeux. La vitesse du refroidissement est singulièrement diminuée. C'est ainsi que le passage de 20M à 2M produit un effet plus grand que celui de 0,760 à 20M.

» Un espace donné, plein d'air à la pression ordinaire, contient des millions de millions de molécules, se remuant rapidement dans toutes les directions, chaque molécule se heurtant contre des millions d'autres molécules par seconde. La distance moyenne de libre parcours est très petite, comparée aux dimensions de l'appareil qui les renferme. L'état gazeux de la matière est donc défini par les collisions fréquentes des molécules qui la constituent. Cet état gazeux se maintient tant que le nombre des collisions peut être considéré comme presque infini. L'état gazeux cesse quand les chocs moléculaires dans un temps donné sont devenus assez rares pour être négligeables, la distance moyenne de leur libre parcours étant

devenue comparable aux dimensions des tubes ou sont enfermés les gaz parvenus à l'état ultra-gazeux. »

PHYSIQUE. — *Intensités lumineuses des radiations émises par le platine incandescent.* Note de M. J. VIOLLE.

« J'ai mesuré à différentes températures, et pour diverses radiations, les intensités lumineuses du platine incandescent ([1]).

» Comme températures, j'ai choisi quelques-uns des points de fusion que j'ai précédemment déterminés en degrés du thermomètre à air ([2]) et que je rappelle ici (en rétablissant le point de fusion de l'or, inscrit par erreur à 1035°):

Point de fusion de l'argent................	954°
Point de fusion de l'or....................	1045
Point de fusion du palladium..............	1500
Point de fusion du platine................	1775

» Pour avoir, par exemple, du platine à 1045°, on mettait un culot de platine d'environ 200^{gr} dans un creuset de biscuit de porcelaine; ce creuset était à son tour introduit dans un second creuset en terre réfractaire, contenant déjà à sa partie inférieure 500^{gr} d'or. Le tout était placé dans un gros four Perrot vertical, traversé, suivant l'axe, d'un long tube en terre réfractaire par lequel on pouvait voir la surface du platine. On chauffait jusqu'à fondre l'or; puis on fermait un peu le robinet d'arrivée du gaz, de manière à provoquer un commencement de solidification; on touchait de nouveau au robinet et, en modifiant ainsi l'arrivée du gaz, on arrivait sans trop de peine à se tenir juste au point de fusion. La grande masse du four assure un champ calorifique constant d'une assez grande étendue, et permet de maintenir aisément la constance.

» On opérait exactement de même pour amener et maintenir le platine à 954°, le creuset extérieur contenant de l'argent au lieu d'or.

» Il est un peu plus difficile d'opérer dans le bain de palladium; on y arrive cependant en alimentant le four avec un chalumeau Schlœsing, et protégeant ses creusets par des enveloppes de plombagine. On peut aussi, plus simplement, utiliser le palladium, même à son point de fusion. On

---

([1]) Voir, sur ce sujet, une première Note insérée aux *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 171; 1879.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 702; 1879.

dispose alors les choses comme avec le platine à sa température de fusion, en employant le four et le chalumeau de MM. Deville et Debray.

» Pour les mesures photométriques, j'ai successivement employé les deux méthodes par lesquelles on mesure habituellement les intensités lumineuses : comparaison de deux champs lumineux voisins; annulation des lignes isochromatiques provoquées par un polariscope sensible. Je me suis servi à cet effet du spectrophotomètre Gouy et d'un spectrophotomètre Trannin, convenablement modifiés pour l'usage actuel; et, bien que chacun de ces appareils convienne mieux que l'autre dans certains cas, j'ai obtenu ainsi un contrôle précieux des résultats. La source prise comme terme de comparaison a été, dans toutes les expériences, la lampe Carcel type, brûlant 42gr d'huile à l'heure.

» Le Tableau suivant renferme les résultats ainsi obtenus, plus ceux d'une série faite à 775° (température mesurée par la méthode calorimétrique).

Températures.	Intensités $\lambda = 656$, C.	$\lambda = 589,2$, D.	$\lambda = 535$, (E = 527).	$\lambda = 482$, (F = 486).
775°	0,00300	0,00060	0,00030	»
954	0,01544	2,01105	0,00715 (?)	»
1045	0,0505	0,0402	0,0265	0,0162
1500	2,371	2,417	2,198	1,894
1775	7,829	8,932	9,759	12,16

» Si donc on prend successivement pour unité l'intensité lumineuse du platine incandescent à 954°, 1045° et 1500°, dans les diverses radiations simples, on a, pour les intensités relatives :

775° ...	0,19			0,05			0,04			»		
954 ...	1			1			1			»		
1045 ...	3,27	1		3,64	1		3,71	1		»	1	
1500 ...	154	47	1	219	60	1	307	83	1	»	117	1
1775 ...	507	155	3,30	809	222	3,70	1365	368	4,44	»	752	6,42

» De ces nombres résultent diverses conséquences, tant pour la loi du rayonnement à haute température que relativement aux mesures de ces hautes températures par la méthode photométrique. Je reviendrai prochainement sur ces deux questions importantes, me bornant aujourd'hui à indiquer la formule

$$I = mT^3(1 + \varepsilon\alpha^{-T})$$

comme représentant bien les résultats : I est l'intensité d'une radiation simple; T la température absolue; m, ε et α des constantes qu'il faudra déterminer. »

PHYSIQUE. — *Sur le changement de volume qui accompagne le dépôt galvanique d'un métal.* Note de M. E. Bouty, présentée par M. Jamin.

« Dans des Notes antérieures, j'ai établi : 1° que les dépôts galvaniques éprouvent une variation de volume, d'où résulte une pression exercée sur le moule qui les reçoit ([1]); 2° que le phénomène de Peltier se produit à la surface de contact d'une électrode et d'un électrolyte ([2]). De nouvelles observations m'ont amené à reconnaître que les deux phénomènes sont connexes et que le premier est une conséquence du second.

» On constate nettement le phénomène de Peltier quand l'électrolyse n'est pas troublée par des actions secondaires énergiques, et particulièrement avec le sulfate et l'azotate de cuivre, le sulfate et le chlorure de zinc, le sulfate et le chlorure de cadmium. Pour l'un quelconque de ces sels, on peut déterminer une valeur I de l'intensité du courant qui produit le dépôt métallique telle, que pour toutes les intensités supérieures l'électrode s'échauffe, et qu'elle se refroidisse pour les intensités moindres. Je désignerai cette intensité I sous le nom de *point neutre des températures.*

» Le fait nouveau que j'ai observé, c'est que, dans l'électrolyse des mêmes sels, il est toujours possible d'abaisser l'intensité du courant au-dessous d'une limite I' telle, que la compression produite par le dépôt se change en une traction, c'est-à-dire que, au lieu de se contracter, le métal se dilate en se solidifiant. Cette inversion, quoique non douteuse, est assez difficile à constater avec le sulfate de cuivre : il faut employer comme électrode négative un thermomètre sensible au $\frac{1}{200}$ de degré et prendre des précautions assez minutieuses pour éviter les déformations accidentelles du dépôt; mais on l'observe très aisément avec l'azotate de cuivre, le sulfate de zinc et le chlorure de cadmium. Il y a donc un *point neutre de la compression* dans les mêmes cas où il y a un *point neutre des températures.* Avec les sels de fer, de nickel, etc., pour lesquels on ne peut constater de point neutre des températures, il n'y a pas non plus de point neutre de la compression;

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXXVIII, p. 714.
([2]) *Ibid.*, t. LXXXIX, p. 146, et XC, p. 987.

alors l'électrode négative s'échauffe toujours et le dépôt obtenu est toujours un dépôt comprimant.

» J'ai déterminé, à l'aide d'observations faites de dix en dix minutes pour chacune des intensités de courant employées, les constantes de la formule que j'ai démontrée ailleurs ([1]), et qui donne l'excès apparent y du thermomètre électrode comprimé par le dépôt métallique en fonction du temps t depuis lequel le métal se dépose :

$$(1) \qquad y = \frac{At}{B+t}.$$

» La constante A est proportionnelle à la variation de volume de l'unité de volume du métal. Les valeurs de A, sans offrir une régularité absolue, sont assez bien représentées, dans des limites pratiques, par la formule

$$(2) \qquad A = -a'i + b'i^2,$$

de même forme que l'expression E,

$$(3) \qquad E = -ai + bi^2,$$

de l'échauffement du thermomètre électrode. De plus, toute cause qui fait varier les coefficients a ou b affecte dans le même sens a' et b' : ainsi le plus ou moins de dilution de la liqueur, la nature de l'acide du sel, etc. Il est donc impossible de n'être point frappé de la relation étroite des phénomènes thermiques et mécaniques dont l'électrode négative est le siège. Voici l'explication que je propose :

» Le thermomètre indique la température moyenne du liquide dans une petite étendue autour de son réservoir ; cette température n'est pas nécessairement celle du métal qui se dépose. Le courant, propagé à peu près exclusivement par les molécules du sel décomposé, n'agit pas directement pour faire varier la température des molécules du dissolvant ; celles-ci font échange de chaleur avec les molécules de l'électrolyte, qui doit être en général plus chaud qu'elles quand on constate un échauffement, plus froid quand on observe un refroidissement. Supposons qu'on se trouve dans le premier cas : le métal, à l'instant où il se dépose, est plus chaud que le liquide et par conséquent que le thermomètre ; il se refroidit aussitôt après son dépôt et par suite se contracte ; le dépôt est comprimant. C'est l'inverse qui se produit quand le métal est plus froid que le liquide, le dépôt est alors dilatant.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 714, et *Journal de Physique*, t. VIII, p. 289.

» Si cette manière de voir est exacte, l'excès T de la température du métal sur le liquide qui baigne le thermomètre doit être proportionnel à la contraction A, représentée par la formule (2), et le point neutre I' de la contraction correspond au cas où la température du métal est précisément égale à celle du liquide.

» On s'attendrait peut-être, d'après ce qui précède, à ce que l'on eût I'=I : c'est ce qui aurait lieu si l'excès de température du métal, mesuré par la contraction, était rigoureusement proportionnel à l'échauffement du liquide, car alors les deux quantités seraient nulles en même temps. L'expérience établit de la manière la plus nette qu'il n'en est pas ainsi. Le sulfate de cuivre donne des dépôts comprimants sur un thermomètre qui se refroidit d'une manière non douteuse ; le chlorure de zinc de densité 2,00 peut donner des dépôts dilatants sur un thermomètre qui s'échauffe beaucoup. Il n'y a donc pas proportionnalité; mais on remarquera que la température du métal qui se dépose ne dépend que des quantités de chaleur dégagées dans un intervalle d'épaisseur moléculaire qui est infiniment petite par rapport à l'épaisseur de la couche dont les variations de température sont accusées par le thermomètre. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que les deux variations de température, tout en présentant une marche analogue, ne suivent pas identiquement les mêmes lois [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité voltaïque des gaz échauffés.* Note de M. R. Blondlot, présentée par M. Jamin.

« On considère généralement les gaz comme incapables de transmettre le courant fourni par une pile de quelques éléments. Un seul cas d'exception a été indiqué par M. E. Becquerel [2] : c'est celui des gaz portés à la chaleur rouge. M. Becquerel a reconnu qu'à cette température élevée, différents gaz, l'air entre autres, laissent passer le courant d'une pile, même celui d'un seul élément Bunsen. Toutefois, la résistance des gaz suivrait des lois très différentes de celles qui ont été établies pour les solides et les liquides : elle dépendrait de l'intensité du courant, du nombre des éléments de pile et, entre deux électrodes à surfaces inégales, du sens du courant. La singularité de ces lois a été cause que, non seulement elles ont été

---

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIX, p. 355; 1853.

mises en doute, mais que l'existence même du pouvoir conducteur des gaz a été contestée. M. G. Wiedemann (¹) suppose que, dans les expériences de M. Becquerel, le courant a pu être transmis, non à travers le gaz, mais par les mastics servant à sceller les électrodes et devenus conducteurs par suite de l'élévation de température; à l'appui de son opinion, il cite une expérience négative de M. Grove (²).

» En présence de ces divergences, j'ai pensé qu'il serait utile de mettre hors de contestation l'existence de la conductibilité des gaz au moyen d'une expérience dans laquelle toutes les parties de l'appareil seraient constamment accessibles aux regards.

» A cet effet, j'ai eu recours à la disposition suivante : sur un circuit sont installés un élément à sulfate de cuivre et un électromètre capillaire; le circuit est interrompu en un point, et chacune des extrémités du fil est reliée à une plaque de platine d'environ $0^m,03$ de diamètre; les deux plaques sont maintenues verticales, en regard et parallèles au moyen de longs tuyaux de pipes isolés à la partie inférieure. La distance des plaques étant réglée à $0^m,002$ ou $0^m,003$, il est clair que le circuit est interrompu par la couche d'air interposée et que l'électromètre reste immobile.

» Voici maintenant l'expérience. On commence par fermer l'électromètre sur lui-même, au moyen du pont qui lui est annexé; puis, à l'aide d'un chalumeau de lampe d'émailleur, on porte au rouge les deux plaques de platine (pendant cette opération l'électromètre reste toujours au zéro, puisqu'il est fermé par le pont). On enlève alors la flamme, puis, un instant après, le pont : aussitôt le mercure de l'électromètre sort du champ du microscope. Par conséquent, la continuité du circuit, qui était interrompue par l'air froid, est rétablie par l'air chaud : il ne peut rester aucun doute sur l'existence de la conductibilité voltaïque des gaz chauds.

» M. Becquerel avait constaté l'apparition du pouvoir conducteur des gaz à la chaleur rouge seulement; j'ai pu observer ce pouvoir à des températures beaucoup moins élevées. L'appareil qui m'a servi est le même que le précédent, sauf que la pile est composée de 5 bunsens; il suffit de placer au-dessous des plaques de platine, à une distance de $0^m,40$, un bec de gaz d'éclairage, pour constater le passage de l'électricité. La température moyenne du gaz est dans ce cas assez peu élevée pour qu'on puisse y maintenir la main : un thermomètre y accuse une température moyenne finale

---

(¹) WIEDEMANN, *Galv. u. Elektr.*, t. I, p. 339.
(²) *Athenæum*, 1853, p. 1134.; *Inst.*, 1854, p. 35*.

de 60° à 70°. L'interposition d'un écran, ou l'agitation de l'air empêche le phénomène. La lampe peut être remplacée par un corps incandescent, tel qu'une grosse baguette de verre portée au rouge; par conséquent, l'air atmosphérique lui-même est susceptible de devenir conducteur.

» J'ai observé que, si les deux plaques de platine sont inégalement échauffées, il se produit des forces électromotrices considérables : la plaque la plus chaude constitue un pôle négatif par rapport à l'autre. Le sens de ce phénomène est le même que celui qui a été observé par M. A. Becquerel dans la flamme elle-même. »

PHYSIQUE. — *Sur les décharges internes des condensateurs électriques.* Note de M. E. VILLARI (¹), présentée par M. Jamin. (Extrait par l'auteur.)

« Lorsqu'on décharge une batterie fortement chargée, il se produit dans son intérieur un bruit sourd caractéristique. Le verre des bouteilles aux bords des armatures s'éclaire vivement, et il s'y développe de la chaleur, comme je l'ai constaté en introduisant une des bouteilles dans un thermomètre à air convenablement disposé.

» Donc, en dehors de la décharge *ordinaire* externe de la bouteille, il y en a une autre dans son intérieur, que j'appellerai *interne* pour la distinguer de la première. Elle a lieu le long des parois du condensateur dépourvues des armatures, et elle est appréciable par la lumière et la chaleur qui l'accompagnent. En mesurant la décharge interne par les dilatations thermométriques qu'elle engendre, on arrive aux conclusions suivantes :

» 1° La chaleur développée par la décharge interne peut se négliger avec de faibles décharges; cependant, au delà de certaines limites, elle se manifeste et augmente très rapidement avec les décharges mêmes; ainsi un premier moyen pour augmenter cette chaleur interne, c'est de se servir de bouteilles chargées à un potentiel très élevé.

» 2° La décharge interne augmente sensiblement si l'on produit l'étincelle extérieure entre deux petites boules de 20^{mm} à 30^{mm} de diamètre; elle diminue au contraire presque de la moitié, si l'on provoque l'étincelle entre une pointe et une des boules. C'est l'inverse pour la chaleur produite par l'étincelle excitatrice externe.

» 3° La décharge interne augmente pour une charge donnée si l'on diminue

---

(¹) *Atti dell' Acc. della Soc. di Bologna* (11 nov. 1880), série IV, t. II, 1881.

l'armature interne de la bouteille, elle diminue si l'on augmente l'armature jusqu'à ce qu'elle rejoigne l'armure externe; à partir de là elle reste à peu près indépendante de l'étendue de l'armature dans les limites où j'ai opéré. La raison de ces phénomènes est complexe: ils dépendent en partie de la variation que subit le potentiel de la décharge avec l'extension de l'armature, en partie de l'influence qu'exercent les différentes étendues des deux armatures sur le nombre et la grandeur des étincelles.

» 4° La décharge interne est la même avec une bouteille ordinaire ou avec une bouteille étincelante.

» 5° La décharge interne diminue jusqu'à zéro, lorsqu'on augmente beaucoup la résistance du circuit extérieur.

» 6° La décharge interne, toutes choses égales d'ailleurs, paraît un peu plus forte avec une armature interne de mercure. A part cela, la bouteille se comporte comme une bouteille ordinaire avec armature d'étain.

» Les conclusions précédentes, déduites des dilatations thermométriques, sont complètement confirmées par les phénomènes lumineux qui se manifestent dans les bouteilles, puisque l'éclat et la grandeur des étincelles internes correspondent presque exactement et toujours à l'étendue des dilatations thermométriques.

» 7° Les décharges internes dépendent, selon moi, de ce que chaque armature induit ou excite dans la lame isolante une zone chargée d'électricité opposée à la sienne, les zones induites par les deux armatures étant séparées par une autre zone de verre à l'état naturel. Au moment de la décharge, une partie de l'électricité de l'armature et de la zone électrisée se neutralisent avec production d'étincelles et de chaleur : de là la décharge interne.

» 8° On peut démontrer l'existence de ces zones électrisées par les figures électriques que l'on obtient en projetant sur un carreau de Franklin en verre verni, ou mieux en ébonite, ou sur une bouteille de Leyde chargée, le mélange bien connu de soufre et de minium. Après la décharge des condensateurs on ne distingue plus ces figures, car les zones électrisées se détruisent plus ou moins complètement, à l'instant même.

» 9° Lorsque le carreau de Franklin a des armatures inégales, la zone neutre du côté de la petite armature, ainsi que la zone électrisée, augmente d'étendue au moment de la décharge, du moins dans certains cas.

» 10° En étudiant par cette méthode des carreaux de verre d'armatures inégales, ou mieux des carreaux d'ébonite d'armatures inégales ou égales, j'ai observé qu'après avoir déchargé ces tableaux, comme à l'ordinaire, les

armatures se présentaient chargées d'électricité opposée à celle qu'elles avaient originairement.

» Peut-être cette méthode de recherches modifiée et plus étendue pourra nous offrir à l'avenir d'utiles indications sur l'inversion des décharges, sur l'influence des isolants et des vernis dont on fait usage dans les condensateurs, ainsi que sur la différente manière des deux électricités de se répandre sur les isolants; toutes questions sur lesquelles j'espère pouvoir revenir un jour. »

OPTIQUE. — *Sur les miroirs magiques.* Note de M. L. LAURENT, présentée par M. Cornu.

« J'ai montré que le verre est assez flexible pour produire de bons miroirs magiques au moyen d'effets mécaniques ([1]); il est aussi très sensible aux effets calorifiques; ces deux propriétés sont même assez gênantes pour les opticiens, lorsqu'ils cherchent à faire de bonnes surfaces optiques. Dans le cas actuel, le verre se prête à des expériences intéressantes et que l'on ne pourrait reproduire avec les miroirs métalliques. On peut en effet rendre très magique un miroir argenté du commerce, que ce soit une glace plane, ou un miroir concave ou convexe, sans creusures ni saillies, et d'une *épaisseur quelconque*.

» Les expériences sont faciles à répéter. Pour les réduire à leur plus simple expression, je prends un bout de tube de laiton tout à fait quelconque, je le chauffe de façon à pouvoir encore le toucher et je l'appuie sur la face *argentée* du miroir. Si elle est opposée à l'écran, la section du tube est reproduite en *blanc*. Si elle est tournée du côté de l'écran (on ne verra l'image qu'après avoir retiré le tube), l'image est *noire*. En faisant les mêmes expériences sur la face non argentée, on a les mêmes résultats, mais beaucoup moins beaux.

» Au bout de quelques instants, la glace s'est échauffée; on peut réchauffer le tube plus fortement et l'image reparaît plus intense. Si l'on déplace le tube, une nouvelle image apparaît et la première s'efface. Si alors on remplace le tube chaud par un tube *froid*, l'image est *noire*; si l'on remet le tube chaud, on revoit une image blanche; si l'on met les deux tubes à

([1]) Voir les Notes du 21 février et du 21 mars 1881.

côté l'un de l'autre, on a les deux images, blanche et noire. L'expérience réussit sur n'importe quel miroir en verre argenté; on lui donne plus d'attrait en employant un cliché en cuivre rouge fait exprès dans ce but.

» Quand on applique la partie métallique, si elle est chaude il y a dilatation du verre à l'endroit touché, si elle est froide il y a contraction, et dans les deux cas formation de surfaces courbes; suivant que la courbure sera tournée vers l'écran ou lui sera opposée, on aura une image blanche ou noire. C'est la même théorie que pour les miroirs à creusures et comprimés.

» On peut faire des expériences très variées et obtenir *à volonté* les images blanches ou noires et de bien des façons différentes. Dans la plupart des cas, l'explication du *renversement de l'éclairement* paraît toute naturelle; mais si l'on chauffe un miroir concave, le faisceau réfléchi renferme en lui-même les *deux espèces* d'images : blanche avant le croisement des rayons et noire après, ou l'inverse.

» Pour se rendre compte de cette anomalie apparente, il suffit de remarquer que la portion déformée n'est pas un miroir *sphérique*, mais bien une surface à courbure *progressivement croissante* jusqu'au milieu de la déformation. Les rayons qui sont les plus près de l'axe du faisceau réfléchi avant leurs croisements et qui donnent du blanc sont les plus dispersés après par l'effet de la caustique: ils doivent donc donner du noir.

» J'avais déjà remarqué cette particularité (sans en connaître alors l'explication) avec les miroirs à creusures et comprimés, lorsque j'interposais une lentille convergente entre le miroir et l'écran. Quand la lentille est près du miroir, le faisceau réfracté donne les deux images sur son trajet; mais si elle est assez loin, il n'en donne plus qu'une. La lentille a pour effet d'augmenter ou de diminuer la dispersion totale du faisceau réfléchi ou réfracté suivant sa position par rapport à la caustique, réelle ou virtuelle. Si le faisceau est moins dispersé, on peut avoir du blanc sur l'écran; s'il l'est davantage, on peut avoir du noir: cela se réduit à une question de foyers conjugués, et l'on peut varier beaucoup les cas. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrosulfite de soude.* Note de M. P. SCHUTZENBERGER.

« M. A. Bernthsen a publié récemment, dans les *Bulletins de la Société chimique de Berlin,* deux Notes sur la composition de l'hydrosulfite de soude. Elles tendent à établir que la formule assignée par moi à ce sel,

formule que je pensais avoir appuyée sur des preuves suffisantes, n'est pas exacte, et à égarer l'opinion sur la véritable composition de ce corps. J'ai l'honneur de prier l'Académie de vouloir bien me permettre de lui présenter une courte réponse à mon contradicteur, en m'appuyant sur de nouvelles déterminations qui confirment celles que j'ai publiées il y a douze ans. Pas plus que moi, M. Bernthsen n'a pu résoudre la question par une analyse directe; le sel est trop altérable, soit au contact de l'air, soit spontanément, pour se prêter à une purification complète.

» En opérant sur un produit séché dans le vide et isolé des sulfites de soude et de zinc par précipitation fractionnée au moyen de l'alcool, produit composé d'un feutrage homogène de fines aiguilles, j'ai constaté avec certitude que le sel renferme de l'hydrogène et des proportions de soufre et de métal (sodium) très voisines de celles du bisulfite SO^2NaHO. Les arguments indirects sur lesquels j'appuie ma formule, et qui ne laissent guère de place à une autre interprétation, sont les suivants :

» 1° L'hydrosulfite se forme par la réduction du bisulfite sous l'influence de l'hydrogène naissant.

» 2° L'hydrosulfite absorbe, à froid, directement l'oxygène libre et redevient bisulfite.

» 3° En prenant comme mesure du pouvoir réducteur le nombre des atomes d'oxygène que les acides inférieurs du soufre absorbent sous l'influence d'un oxydant puissant, tel que le permanganate de potasse, pour se convertir en acide sulfurique, on trouve :

» *a.* Qu'une solution d'acide sulfureux dont le pouvoir réducteur est 2 acquiert au bout de quinze minutes de contact avec des copeaux de zinc, à l'abri de l'air, un pouvoir réducteur égal à 3;

» *b.* Qu'une solution de bisulfite dont le pouvoir réducteur initial est 3 prend dans les mêmes conditions un pouvoir réducteur égal à 4.

» Une solution d'acide sulfureux fraîchement préparée est divisée en deux parties égales; l'une d'elles est exactement saturée par du carbonate de soude, puis on ajoute l'autre portion.

10^{cc} de cette solution réduisent	$68^{cc},8$
d'une solution de permanganate additionnée d'acide sulfurique.	
Après quinze à vingt minutes de contact avec le zinc, le pouvoir réducteur a acquis un maximum; il équivaut à : permanganate	$86^{cc},5$
	$21^{cc},7$

Différence égale à $\frac{64,8}{3}$.

» Ce résultat capital et contrôlé à nouveau avec soin ne peut laisser aucun doute sur l'équation de réaction. Avec l'acide supérieur on a

$$2SO^2 + Zn + H^2O = SO^2ZnO + SOH^2O;$$

avec le bisulfite on a

$$3(SO^2NaHO) + Zn$$
$$= SO^2Na^2O + SO^2ZnO + SONaHO, H^2O \text{ ou } SO^2NaHO, H^2.$$

» Si, comme le veut M. Bernthsen dans sa seconde Note, l'hydrosulfite était $S^2O^3Na^2O$ (1), on aurait

$$4(SO^2NaHO) + Zn = SO^2Na^2O + SO^2ZnO + S^2O^3Na^2O$$

pour le bisulfite, et pour l'acide sulfureux on aurait

$$3(SO^2) + Zn + H^2O = SO^2ZnO + S^2O^3H^2O;$$

le pouvoir réducteur augmenterait du quart dans le cas du bisulfite et du tiers dans le cas de l'acide sulfureux, et non du tiers et de la moitié comme je l'ai trouvé nettement et toujours.

» Mes résultats ne peuvent être attribués à l'influence de l'hyposulfite qui se formerait en même temps d'après le savant allemand. Que M. Bernthsen ait trouvé de l'hyposulfite dans ses préparations, c'est possible; j'ai indiqué il y a longtemps ce sel comme étant l'un des produits de l'altération spontanée de l'hydrosulfite. Le pouvoir réducteur de l'hyposulfite vis-à-vis du permanganate est égal à celui de mon hydrosulfite, et la présence du premier sel en proportions nécessairement restreintes ne pourrait porter l'augmentation du pouvoir réducteur du quart au tiers. Les résultats, dans ce cas, seraient intermédiaires et plus près du quart que du tiers. La sensibilité de la méthode de titrage par le permanganate ne permet pas d'erreurs de ce genre, qui, dans mes expériences, équivaudraient à plusieurs centimètres cubes.

» D'après tout cela, je maintiens formellement les bases expérimentales sur lesquelles j'ai appuyé mes raisonnements et je rejette toutes les conclusions qui ne sont pas d'accord avec elles. Il est possible qu'à la suite de ses manipulations l'auteur ait eu entre les mains un sel réducteur composé comme il l'indique : $S^2O^3Na^2OAq$. Ce sel serait intermédiaire entre l'hydrosulfite $S^2O^2Na^2OAq = 2(SO^2NaH)$ et le bisulfite $S^2O^4Na^2OAq$.

(1) Dans sa première Note, l'auteur donne la formule S^2ONa^2O.

» Cette manière de voir trouve un appui dans l'observation faite par M. Berthelot, que le dégagement de chaleur pendant l'oxydation de l'hydrosulfite se fait en deux phases très distinctes, qui correspondraient ainsi à la transformation de $S^2O^2Na^2OAq$ en $S^2O^3Na^2OAq$ et de ce dernier en $S^2O^4Na^2OAq$. »

CHIMIE. — *Sur quelques procédés nouveaux de désulfuration des dissolutions alcalines.* Note de M. SCHEURER-KESTNER, présentée par M. Wurtz.

« Les dissolutions qui proviennent de la lixiviation de la soude brute préparée par le procédé Le Blanc renferment du sulfure de sodium, source de grandes difficultés pour le fabricant, car cette substance colore les produits fournis par la lessive et les rend impropres à certains usages. Aussi s'est-on toujours préoccupé des moyens de se débarrasser de cette substance ou d'en diminuer la quantité existante dans les liquides destinés à la fabrication du sel de soude. On s'est servi à cet effet de sels ou d'oxydes métalliques qui précipitaient le soufre du sulfure de sodium, à l'état de sulfure métallique, de sels alcalins neutres dont la propriété est de débarrasser le liquide d'une certaine quantité de sulfure de fer et, enfin, de méthodes d'oxydation.

» L'industrie de la soude, fabriquée par le procédé Le Blanc, a, du reste, subi des perfectionnements importants depuis quelques années. On est parvenu à diminuer la quantité de sulfure de sodium qui se forme pendant la lixiviation et à éviter presque complètement la présence des ferro et sulfocyanures dans la soude brute. Les liquides provenant de ce produit ont été ou désulfurés complètement lorsqu'ils sont destinés à remplacer le sel de soude purifié par calcination, ou désulfurés partiellement, lorsqu'ils doivent être évaporés pour la fabrication du sel de soude calciné. La désulfuration partielle, suffisante pour donner un produit calciné de bonne qualité, et que les fabricants obtenaient autrefois en préparant une soude brute très chargée de chlorure de sodium et de sulfate non décomposé, a été pratiquée pour la première fois en 1869, dans l'usine de Thann, où la fabrication de la soude brute *salée* a été remplacée par celle de la soude brute riche, par l'addition ultérieure de sels neutres dans la *lessive* qu'elle avait fournie.

» Le sulfate de sodium, dont l'emploi est préférable à celui du chlorure, parce qu'il est moins fusible que celui-ci, précipite la majeure partie du

sulfure de fer qui est en dissolution, et sa présence empêche ou amoindrit l'attaque ultérieure des vaisseaux et ustensiles en fer qui servent à l'évaporation des liquides.

» Quant à la désulfuration totale, nécessaire chaque fois qu'il s'agit d'avoir des dissolutions capables de remplacer, pour certains emplois, le sel de soude calciné, elle est obtenue généralement, aujourd'hui, par l'oxydation, provoquée au sein du liquide par l'insufflation de l'air sous une pression de $1^m,50$ à 2^m d'eau. Les appareils d'insufflation sont des pompes à air ou des trompes à vapeur. L'emploi de ces dernières n'est avantageux que lorsqu'on dispose de vapeur à haute pression; aussi les pompes foulantes sont-elles d'un usage plus fréquent.

» C'est M. Hargreaves qui a, dès 1866, appelé l'attention sur l'oxydation des lessives au moyen d'une trompe à vapeur. Ce procédé a été récemment perfectionné par M. Pauli, qui a proposé d'additionner les liquides à oxyder d'une petite quantité de peroxyde de manganèse, la présence de cette substance, qui se renouvelle constamment, favorisant l'oxydation. Les expériences suivantes démontrent l'influence considérable du composé manganique dans l'opération de l'oxydation et en déterminent la cause.

» Dans un réservoir cylindrique en tôle renfermant une quantité de lessive de soude correspondant à 1200^{kg} de sel de soude, on a fait arriver les gaz insufflés par un appareil de MM. Koerting frères. L'opération était continuée jusqu'à ce que le liquide ne noircît plus les sels de plomb. On notait le temps nécessaire à l'oxydation. La même opération a été faite dans les mêmes conditions, mais avec addition de 20^{kg} de bioxyde de manganèse à l'état de pâte.

» Neuf opérations, achevées sans addition de manganèse, ont eu une durée moyenne de sept heures six minutes par opération.

» Neuf opérations, avec addition de bioxyde de manganèse, ont eu une durée moyenne de quatre heures six minutes. Ainsi la présence du manganèse a accéléré l'oxydation des liquides dans la proportion de 1 : 1,7.

» La consommation de houille provoquée par l'emploi de la trompe a été dans le premier cas de 30^{kg} pour 100^{kg} de sel de soude et, dans le second cas, seulement de 17^{kg}.

» Cette accélération s'explique facilement. On sait que l'hydrate de manganèse s'oxyde dans les mêmes conditions que le sulfure de sodium. C'est la base du procédé de régénération de M. Weldon. D'un autre côté, des expériences faites par M. Fremy à l'usine de Chauny ont démontré que le bioxyde de manganèse oxyde le sulfure de sodium qui se trouve dans les

lessives. Ces deux faits ne pouvaient laisser aucun doute sur la possibilité d'obtenir en même temps l'oxydation des deux substances. Mais, comme le composé manganique s'oxyde beaucoup plus promptement que le sulfure de sodium, il en résulte que l'oxygène de l'air insufflé doit se porter de préférence sur le manganèse; comme l'action du bioxyde de manganèse sur le sulfure de sodium est immédiate, l'oxydation doit être beaucoup plus prompte lorsqu'il y a du manganèse dans la liqueur.

» Les expériences que j'ai faites sur la différence qui existe entre la rapidité d'oxydation de l'hydrate de manganèse et celle du sulfure de sodium prouvent que cette supposition répond à la réalité des faits. D'après un certain nombre d'observations, faites dans des conditions identiques, c'est-à-dire avec de la vapeur alimentant la trompe à la même pression, 100^{kg} d'oxygène transportés de l'air atmosphérique sur le manganèse ont exigé une quantité de vapeur représentant 5251^{lit} d'eau, tandis que 100^{kg} d'oxygène transportés sur le sulfure de sodium ont exigé une quantité de vapeur représentant 32512^{lit} d'eau; c'est-à-dire que l'oxydation du manganèse, pour la même quantité d'oxygène, a été six fois aussi prompte que celle du sulfure de sodium. On n'est pas arrivé à une accélération pareille en ajoutant du manganèse aux lessives, mais il n'en est pas moins vrai que celle qui a été observée est due à la plus grande facilité d'oxydation du manganèse.

» Dans les oxydations provoquées par l'insufflation de l'air, l'élévation de la température du liquide jusque vers 75° est très favorable.

» Il est à remarquer que l'oxydation s'arrête à la formation de l'hyposulfite. Lorsqu'on opère avec addition de manganèse, une partie de l'hyposulfite est transformée en sulfate, mais jamais la totalité.

» Lorsqu'on veut obtenir des liquides exempts de composés oxygénés inférieurs du soufre, il faut recourir à l'oxydation par l'électrolyse, qui a été brevetée par MM. Merle et Cie en 1875. Des expériences auxquelles je me suis livré sur l'emploi de ce procédé, il résulte que l'électrolyse provoque une oxydation complète, que le sulfure de sodium est transformé immédiatement en sulfate, sans passer par des produits d'oxydation intermédiaires, que l'application de la chaleur au liquide favorise l'oxydation et qu'elle peut être achevée en très peu d'heures.

» J'ai trouvé que l'oxydation de $0^{gr},0140$ de soufre à l'état de sulfure de sodium, provoquée par l'application de 2 éléments de Bunsen, correspond à un dépôt d'argent de $0^{gr},8865$ sur une électrode en platine qui plongeait dans une solution de cyanure double.

» Avec une machine Gramme le résultat a été moins avantageux, parce qu'il ne m'a pas été possible d'éviter une perte d'oxygène. La machine dont j'ai fait usage accomplissait neuf cents tours par minute et avait des électrodes de 4^{mq} ; mais la dépense de combustible était plus considérable que celle provoquée par l'emploi de la trompe. Je n'ai pas pu continuer ces expériences. Il ne m'est pas possible de dire si les pertes d'oxygène peuvent être complètement évitées ; mais il est probable que, lorsqu'il est inutile de pousser l'oxydation plus loin que l'hyposulfite, l'emploi de la trompe à vapeur, alimentée avec de la vapeur à haute pression, est plus avantageux que celui de l'électrolyse. »

CHIMIE. — *Sur l'application des cristaux de chambres de plomb.* Note de M. **Sulliot**, présentée par M. Wurtz.

« Appliquant les procédés de MM. Ch. Girard et Pabst pour la désinfection des gaz odorants s'échappant des fosses d'aisances, par l'emploi des cristaux de chambres de plomb en dissolution dans l'acide sulfurique, j'ai dû chercher en même temps le meilleur moyen d'atteindre ces odeurs aussi bien que les germes et ferments dans de grands espaces.

» On sait que l'acide azoteux, ainsi que l'ozone, a la propriété d'oxyder et de détruire les matières organiques et les germes, et que c'est à sa présence et à celle de l'ozone que l'air doit de se purifier sans cesse.

» MM. Ch. Girard et Pabst ont indiqué dans ce but l'acide sulfurique nitreux, qui purifie, en brûlant les matières délétères, les gaz que l'on met en contact avec lui.

» J'ai essayé d'appliquer ce système à la ventilation d'espaces clos, chambres, etc. Le moyen le plus simple est l'addition d'eau à l'acide sulfurique nitreux, produisant ainsi un développement immédiat considérable d'oxyde nitreux, mais dont l'action instantanée a besoin d'être modérée en bien des cas.

» Pour arriver à ce résultat, j'ai placé dans les chambres à désinfecter des vases poreux remplis d'acide sulfurique nitreux. L'acide suinte le long des parois, et l'air, toujours humide, forme assez de vapeurs nitreuses pour détruire toute infection de l'air et atteindre les germes de toutes sortes.

» Cependant ce procédé donne encore quelquefois trop de vapeurs nitreuses irritantes pour être supportées dans les chambres de malades, et j'ai dû rechercher le moyen de les atténuer. J'y suis arrivé en entourant le

vase poreux cylindrique d'un second vase contenant de l'alcool éthylique. J'ai constaté la formation d'éther azoteux masquant une certaine quantité de gaz nitreux, mais pouvant être facilement supportés par les personnes les plus délicates. Ce moyen, d'une rare facilité d'application, est fort peu coûteux. Il me semble devoir appeler l'attention des hygiénistes et a été confirmé par les recherches de M. Peyrusson, publiées dans les *Comptes rendus* le 28 février dernier.

» Les gaz nitreux, comme leur éther, sont donc, comme MM. Girard et Pabst l'ont déclaré l'année dernière à l'Académie, non seulement destructeurs des germes, mais destructeurs des gaz odorants produits par les fermentations diverses, comme je l'ai prouvé pratiquement en installant à l'hôpital de la Pitié, par exemple, deux appareils sur d'énormes fosses notoirement infectes auparavant. Les gaz produits, ainsi que l'air saturé d'odeurs, sont appelés dans une colonne haute de 1^m environ, remplie de coke mouillé d'acide sulfurique nitreux.

» Lorsque l'air humide et les gaz s'échappant de la fosse viennent rencontrer le coke, il se forme des vapeurs nitreuses qui décomposent les produits odorants avec une dépense très minime de ce réactif, ce qu'on ne pourrait faire avec l'éther nitreux, en raison du prix de l'alcool.

» J'ai pensé que ces divers procédés d'application des cristaux de chambres de plomb à la désinfection pourraient intéresser l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amylamines secondaires et tertiaires dérivant de l'alcool amylique actif de fermentation.* Note de M. **R.-T. Plimpton**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai décrit récemment une amylamine qui possède le pouvoir rotatoire et dont les propriétés diffèrent de celles de l'amylamine obtenue avec le chlorure d'amyle inactif. On a préparé les bases secondaires et tertiaires correspondantes, et l'on a pu constater qu'il existe entre elles et les bases inactives des différences encore plus marquées.

» Les points d'ébullition des corps actifs semblent être un peu plus bas que ceux des corps inactifs correspondants, et leurs chlorhydrates sont sirupeux et très déliquescents, tandis que ceux des corps inactifs cristallisent avec une facilité remarquable et ne sont pas altérables à l'air. Les solubilités sont différentes d'ailleurs.

» Il est remarquable que la diamylamine et la triamylamine et leurs

chlorhydrates sont dextrogyres (la triamylamine, notamment, l'est à un très fort degré), tandis que l'amylamine primaire tourne à gauche.

» On a obtenu ces amines en chauffant le bromure d'amyle actif (3°5′ pour $0^m,10$) avec l'ammoniaque alcoolique. A 100°, il se forme principalement de l'amylamine; à 130°, on a obtenu surtout de la diamylamine.

» Après plusieurs rectifications, la diamylamine passant à 180°-184° a été transformée en chlorhydrate. L'analyse a donné pour 100 :

		Calculé.
Cl..............	18,2	18,35

» La diamylamine obtenue de ce chlorhydrate bouillait à 182°-184°, tandis que l'amine inactive, distillée dans le même vase, avec le même thermomètre, bouillait à 186°-187°. A 0°, la densité des deux diamylamines a été trouvée de 0,7878 (M. Silva, 0,7825). La diamylamine active a donné une déviation à droite de 5°15′ pour une longueur de $0^m,10$.

» Le *chlorhydrate* actif est une masse vitrée très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, tandis que le chlorhydrate inactif déjà décrit cristallise très bien, est moins soluble dans l'eau froide et absolument insoluble dans l'éther. Une solution aqueuse contenant $0^{gr},07836$ par gramme de solution a tourné de 1° pour une longueur de $0^m,10$: $[\alpha] = 12,7$.

» Le *chloroplatinate* est soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau. Une solution alcoolique diluée donne, par l'évaporation, de grands cristaux mal définis sur la surface du liquide; au-dessous il se forme des octaèdres.

» Le *chloraurate* est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau.

» La triamylamine a été séparée de la diamylamine par la distillation fractionnée. Elle a distillé de 230° à 237°. Sa densité à 13° a été trouvée de 0,7964. Cette triamylamine possédait un pouvoir rotatoire très grand. Elle a tourné de 44°15′ à droite pour une longueur de $0^m,10$.

» Le *chlorhydrate*, évaporé sur le bain-marie, forme un sirop, mais il cristallise sur l'acide sulfurique; sa solution aqueuse tourne à droite. Le *chloroplatinate* est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau; l'analyse a donné pour 100 :

		Calculé.
Pt..............	23.00	22,78

» Le *chloraurate* cristallise en aiguilles très solubles dans l'alcool, insolubles dans l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du perchlorure de phosphore sur l'aldéhyde isobutylique.* Note de M. S. ŒCONOMIDÈS, présentée par M. A. Wurtz.

« L'aldéhyde isobutylique que j'ai employée pour mes expériences a été préparée en partant de l'alcool isobutylique, suivant le procédé ordinaire.

» J'ai laissé tomber goutte à goutte l'aldéhyde isobutylique sur un excès de perchlorure de phosphore contenu dans un flacon bien refroidi. Les premières gouttes produisent une très vive réaction. Quand le mélange des deux corps est effectué, on l'abandonne à lui-même, à la température ordinaire, pendant quelques heures. On laisse tomber le mélange devenu liquide dans de l'eau glacée. Il se forme deux couches, dont l'une est huileuse, et que l'on sépare au moyen d'un entonnoir à robinet. On lave à l'eau et on traite par le bisulfite de sodium très concentré, pour enlever la plus grande partie de l'aldéhyde isobutylique non attaquée. En effet, soit qu'on ait recours à ce procédé, soit qu'on emploie la distillation fractionnée, il reste toujours une faible proportion (1 à 1,5 pour 100) d'aldéhyde mélangée avec l'isobutylène chloré $(CH^3)^2{=}C{=}CHCl$ qui prend naissance dans la réaction. Le point d'ébullition de ce dernier composé n'est pas très éloigné de celui de l'aldéhyde isobutylique. L'huile séparée de la solution du bisulfite a été agitée avec du carbonate de potassium, desséchée sur le chlorure de calcium et fractionnée.

» Les premières portions qui passent jusqu'à 65° contiennent beaucoup d'aldéhyde isobutylique. Cette aldéhyde, par l'action de l'acide chlorhydrique qui se dégage abondamment au commencement de la distillation, se transforme en paraldéhyde.

» La seconde partie, qui bout à 66°-70°, est l'isobutylène chloré

$$\begin{matrix} CH^3 \searrow \\ CH^3 \nearrow \end{matrix} C{=}CHCl,$$

mélangé avec une petite quantité d'aldéhyde isobutylique, ainsi que l'indiquent les dosages de Cl, C et H :

	Trouvé.	Théorie.
C	53,174	53,038
H	8,079	7,738
Cl	38,500	39,226

» La densité de vapeur a été déterminée au moyen de l'appareil Meyer :

	Trouvé.	Calculé.
Densité de vapeur.........	89,7	90,50

» Le poids spécifique égale 0,9785 à 12°.

» C'est un liquide limpide, d'une odeur éthérée agréable.

» Nous avons essayé d'obtenir le même corps en traitant l'isobutylène bichloré par une dissolution alcoolique de potasse : la réaction commence à la température ordinaire, mais elle n'est terminée que si l'on chauffe longtemps à 100°.

» Le rendement est très faible. La portion qui bout entre 65°-70° contient un liquide possédant une odeur très agréable, analogue à celle de l'essence de fenouil, un peu différente de celle de l'isobutylène chloré. Deux dosages de chlore nous ont donné les résultats suivants :

	Trouvé.		
	I.	II.	C^4H^7Cl.
Cl...........	37,53	37,20	39,22

» Il est très probable que la substance était mélangée avec une petite quantité de chloréthyline isobutylique. Le faible rendement ne nous a pas permis de faire le dosage de C et H et de fixer les propriétés de ce corps, que nous nous proposons d'étudier plus tard.

» *Chlorure d'isobutylène.* — Le produit principal de la réaction du perchlorure de phosphore sur l'aldéhyde isobutylique est le chlorure d'isobutylène. C'est un liquide incolore, doué d'une odeur agréable; il bout à 103°-105°. Sa densité est de 1,0111 à 12°.

» Lorsqu'on le distille, même avec les plus grandes précautions, il subit toujours un commencement de décomposition. Aussi les analyses ont-elles donné des résultats trop faibles (de 1 à 1,5 pour 100 de chlore).

» Voici les nombres obtenus dans plusieurs dosages de carbone, d'hydrogène et de chlore :

	Trouvé.	$C^4H^8Cl^2$.
C....................	38,02	37,795
H....................	6,40	6,299
Cl....................	54,60	55,906

» La densité de vapeur, prise dans l'appareil d'Hofmann, a été trouvée égale à 125,4 (théorie, 127).

» Le chlorure d'isobutylène, chauffé avec de l'ammoniaque aqueuse ou

alcoolique, donne des bases dont nous poursuivons en ce moment l'étude. Nous ne pouvons, jusqu'à présent, citer qu'un résultat. Dans cette opération, en chauffant le chlorure d'isobutylène avec deux fois son poids d'ammoniaque en solution aqueuse à 180°, nous avons obtenu, entre autres corps, dans les fractions qui bouillent entre 50°-90°, l'isobutylène chloré tout à fait pur. Ce corps bout entre 65°-68°. Le dosage du chlore nous a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	HC^4H^7Cl.
Cl....	39,34	39,22

» La densité de vapeur, prise dans l'appareil de Meyer, a été trouvée égale à 89,95 (théorie, 90,5).

» Le corps possède l'odeur agréable de l'essence de fenouil. En présence de l'air humide, il donne un corps blanc cristallin dont nous avons obtenu de trop faibles quantités pour que nous ayons pu en déterminer la constitution. Nous espérons pouvoir le faire sous peu.

» Les portions qui bouillent au-dessus du chlorure d'isobutylène contiennent moins de chlore. Ainsi, par exemple, la portion qui bout entre 109°-114° contient 45,22 pour 100 de chlore. La portion qui bout entre 114°-120° contient seulement 32,39 pour 100 de chlore, quantité plus faible que celle exigée par la formule de l'isobutylène chloré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'acétal isobutylique.* Note de M. S. Œconomidès, présentée par M. A. Wurtz.

« Dans un mélange bien refroidi, contenant poids égaux d'aldéhyde isobutylique et d'alcool absolu, on a dirigé un courant d'acide chlorhydrique jusqu'à saturation. Il se sépare bientôt deux couches. La couche supérieure, bien lavée et séchée sur le carbonate de potassium, constitue un produit dans lequel la proportion de chlore varie de 7 à 10 pour 100. La chloréthyline isobutylique $(CH^3)^2=CH-CH\begin{cases}Cl\\O.C^2H^5\end{cases}$, que nous espérions obtenir, contient 26 pour 100 de chlore. Il est donc évident que le corps ainsi obtenu était un mélange d'acétal isobutylique et de chloréthyline. Le produit, mélangé avec de l'éthylate de sodium, est chauffé pendant plusieurs heures à 100°, jusqu'à ce que la quantité de chlorure de sodium

n'augmente plus. Le produit séparé par l'eau est l'acétal isobutylique, qui bout à 134°-136°. Les analyses ont fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Théorie.
C	65,617	65,753
H	13,204	13,013

» L'acétal isobutylique constitue un liquide incolore, possédant une odeur très agréable, qui rappelle l'odeur de l'essence de fenouil. Sa densité est de 0,9957 à 12°,4.

» La densité de vapeur, prise avec l'appareil d'Hofmann, a été trouvée égale à 143, 5 (théorie, 146) ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. A. RENARD, présentée par M. Wurtz.

« Dans un précédent travail sur les produits de la distillation de la colophane, j'ai signalé la présence d'un carbure C^7H^{12}, l'heptène ([2]). En continuant cette étude, j'ai obtenu, après de nombreuses distillations fractionnées, deux nouveaux produits, l'un bouillant vers 154°, qui paraît être un mélange d'un térébenthène $C^{10}H^{16}$ et d'un carbure $C^{10}H^{18}$, sur lesquels je me propose de revenir plus tard, et l'autre bouillant à 170°-173°, qui fait l'objet de la présente Note.

» Ce dernier produit, lavé à la soude, séché sur du chlorure de calcium et rectifié sur du sodium dans une atmosphère d'acide carbonique, a donné à l'analyse les résultats suivants :

			Théorie.
C	87,80	87,98	88,23
H	11,60	11,77	11,79

qui conduisent à la formule $C^{10}H^{16}$.

» Ce carbure dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière. Exposé sur du mercure dans une éprouvette remplie d'oxygène, il absorbe ce gaz, plus rapidement que le térébenthène. Abandonné plusieurs mois en présence d'un peu d'eau ou avec un mélange d'acide nitrique et d'alcool, il ne donne pas d'hydrate cristallisé. L'acide nitrique fumant l'attaque avec violence, l'acide nitrique ordinaire ne commence à réagir sur lui que vers 80°,

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 419.

et il se forme un mélange d'acides nitrotoluique, oxalique et d'un acide sirupeux soluble qui n'a pas été étudié.

» Traité en solution éthérée par le gaz acide chlorhydrique, il se transforme partiellement en chlorhydrate; après l'évaporation de l'éther, on obtient un liquide qui, distillé dans le vide, laisse comme résidu une masse cristalline d'un dichlorhydrate $C^{10}H^{16}2HCl$, qui, cristallisé dans l'alcool, se présente en grandes lames nacrées, fusibles à 49°. Quant au produit liquide ayant passé à la distillation, il ne renferme qu'une quantité de chlore de beaucoup inférieure à celle nécessaire pour la formation d'un monochlorhydrate, et comme en outre ce produit contient encore une notable proportion de dichlorhydrate solide, on peut en conclure qu'une partie seulement du carbure est susceptible de se combiner à l'acide chlorhydrique.

» Le brome agit sur ce carbure avec énergie en dégageant de l'acide bromhydrique. Le produit obtenu, abandonné plusieurs jours à la lumière en présence d'un excès de brome, puis lavé à l'eau légèrement alcaline, donne un composé tétrabromé $C^{10}H^{12}Br^{4}$, sous forme d'un liquide très épais, de couleur orange. Si, au lieu de laisser réagir le brome sur le carbure pendant plusieurs jours à la lumière, on traite le produit après un jour d'action à l'ombre, d'abord par de l'eau alcaline pour enlever l'excès de brome, puis par de l'éther, on obtient une petite quantité de cristaux qui, purifiés par une cristallisation dans l'éther, se présentent sous forme d'aiguilles feutrées, fusibles à 233°, et qui paraissent isomériques avec le composé tétrabromé décrit plus haut.

» Enfin, si l'on fait tomber goutte à goutte le carbure dissous dans l'éther dans une solution éthérée de brome, jusqu'à décoloration de ce dernier, on obtient, après l'évaporation de l'éther, un liquide brunâtre mélangé d'une forte proportion de cristaux. Ceux-ci, purifiés par une cristallisation dans l'éther, sont incolores et présentent la composition d'un tétrabromure $C^{10}H^{16}Br^{4}$, fusible à 120°. Quant au liquide qui accompagne ces cristaux, il renferme une quantité de brome de beaucoup inférieure à celle nécessaire à la formation d'un bibromure; en outre, comme, par évaporation spontanée, il laisse encore déposer une forte proportion de tétrabromure solide, il en résulte que le brome, de même que l'acide chlorhydrique, n'est susceptible de se combiner qu'avec une portion seulement de ce carbure.

» Traité par son volume d'acide sulfurique ordinaire, 1 partie de ce carbure se dissout dans l'acide en dégageant de l'acide sulfureux, et l'on obtient un acide sulfocyménique dont le sel de baryum, cristallisé en pail-

lettes et séché à 100°, ne renferme qu'une seule molécule d'eau, qu'il perd à 160° et correspond, comme l'indique l'analyse, à la formule

$$(C^{10}H^{13}SO^{3})^{2}Ba + H^{2}O.$$

Avec l'acide sulfurique fumant, la totalité du carbure se dissout en donnant les mêmes résultats que précédemment.

» Enfin ce même carbure a été agité avec $\frac{1}{20}$ de son volume d'acide sulfurique ordinaire. Après un jour de contact, la partie surnageante a été distillée : il se dégage d'abord un peu d'acide sulfureux et d'eau, puis la moitié environ du produit passe de 170° à 180°, et le thermomètre monte ensuite rapidement au delà de 300°.

» La partie recueillie jusqu'à 180° a été soumise successivement à trois traitements à l'acide sulfurique, et le produit obtenu a été lavé à la soude, séché, puis rectifié plusieurs fois sur du sodium. On obtient alors un carbure bouillant de 171° à 173° et une minime proportion d'un produit distillant de 175° à 180°, qui n'a pu être obtenu pur, mais qui paraît être du cymène : en effet, traité par de l'acide sulfurique fumant, il a donné un acide sulfocyménique dont le sel de baryum répond à la formule

$$(C^{10}H^{13}SO^{3})^{2}Ba + H^{2}O.$$

» Le résidu de la distillation passant au delà de 300°, lavé à la soude et rectifié sur du sodium, bout de 305° à 310° ; il est peu altérable à l'air, et son analyse conduit à la formule $C^{20}H^{32}$, qui en fait un polymère du carbure primitif.

» Quant au carbure distillant de 171° à 173°, obtenu comme il a été dit plus haut, il est inattaquable par l'acide sulfurique froid ; il n'a pas d'action sur la lumière polarisée et, soumis à l'analyse, il a donné les résultats suivants :

				Théorie.
C..........	88,5	88,4	88,3	88,23
H..........	11,5	11,5	11,6	11,77

qui conduisent à la formule $C^{10}H^{16}$, confirmée par sa densité de vapeur, qui a été trouvée égale à 4,75 (théorie, 4,70). L'excès de carbone et le manque d'hydrogène dans les analyses doivent être attribués à une petite quantité de cymène dont on n'a pu le débarrasser. Densité à + 11° = 0,8611. Abandonné au-dessus du mercure dans une cloche remplie d'oxygène, il absorbe ce gaz environ trois fois moins vite que le térébenthène.

» En solution éthérée, il ne se combine pas au brome. A quelques degrés au-dessous de 0°, il n'est pas non plus attaqué par ce corps; mais, si on laisse le mélange revenir à la température ordinaire, la liqueur se décolore aussitôt en dégageant de l'acide bromhydrique. Il se forme alors des produits de substitution identiques à ceux fournis par le carbure primitif.

» L'acide nitrique ordinaire ne l'attaque pas à froid; vers 100°, la réaction a lieu avec production d'acides nitrotoluique et oxalique.

» L'acide sulfurique à 66° n'a pas d'action sur ce carbure à la température ordinaire; mais, vers 100°, il se dissout en dégageant de l'acide sulfureux, et la liqueur a fourni, par un traitement convenable, un sulfocyménate de baryum $(C^{10}H^{13}SO^3)^2Ba + H^2O$.

» Avec l'acide sulfurique fumant, la réaction s'effectue à la température ordinaire et les résultats sont les mêmes.

» Ce carbure, par ses propriétés, diffère donc très nettement des carbures térébéniques connus. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle des diabases, dolérites et météorites à structure ophitique.* Note de MM. F. **Fouqué** et A. **Michel Lévy**, présentée par M. Daubrée.

« Les roches connues sous le nom d'*ophites* dans les Pyrénées sont en général caractérisées par une structure et une composition minéralogique spéciales; on les a parfois considérées comme des roches métamorphiques, et les géologues qui regardent leur origine éruptive comme démontrée ne les ont jamais assimilées jusqu'à présent aux roches volcaniques de fusion purement ignée. Nos expériences synthétiques tranchent la question et démontrent que les roches microlithiques des volcans et les roches à structure ophitique ont une seule et même origine.

» Les ophites sont caractérisés par le développement de microlithes de feldspath triclinique, moulés et souvent englobés par des plages étendues de pyroxène. Les microlithes d'augite des roches trachytoïdes semblent donc avoir eu, dans les ophites, le temps de s'agglomérer après la consolidation du feldspath, pour constituer de grands cristaux. L'apparence de ces cristaux d'augite est celle des cristaux de première consolidation des roches trachytoïdes, bien qu'ils soient seulement les analogues des microlithes du second temps de consolidation.

» Il s'agissait donc de faire cristalliser le feldspath antérieurement à

l'augite, et en outre de donner à ce dernier minéral le temps de se disposer en cristaux de grandes dimensions.

» L'expérience est difficile avec le labrador et l'oligoclase, à cause des limites trop restreintes dans lesquelles on doit maintenir la température pour obtenir la cristallisation du feldspath, l'augite étant encore fluide.

» Mais avec un mélange d'anorthite et d'augite toute difficulté disparaît. Un premier recuit après fusion, opéré à la température du rouge blanc, amène la cristallisation de l'anorthite. Un second recuit à la température du rouge vif donne à l'augite la structure cherchée. Cette double opération dure environ huit jours. Outre les deux minéraux précités, il s'isole des octaèdres de fer oxydulé et de picotite.

» L'ophite labradorique s'obtient dans les mêmes conditions, mais il présente souvent le passage de la structure ophitique à la structure trachytoïde.

» Jusque dans ces derniers temps, on ne connaissait les ophites que dans des régions éloignées des centres volcaniques, telles que les Pyrénées, la Bretagne, l'Afrique australe. M. Potier a trouvé récemment des mélaphyres à structure ophitique appartenant à la série permienne de l'Esterel. Mais l'observation la plus frappante à ce point de vue est due à M. René Bréon : dans la mission qu'il vient de remplir en Islande, il a constaté qu'il existe dans ce pays, essentiellement volcanique, des assises nombreuses et puissantes de dolérites ophitiques, alternant avec des labradorites et présentant des structures de passage d'une roche à l'autre; il a même montré que de nos jours (1836) il se produit encore en Islande des coulées de roches à structure ophitique. Il y a donc ici accord entre l'observation et la synthèse.

» La même structure et une composition minéralogique analogue à celle des ophites appartiennent également à la dolérite à fer natif d'Ovifak et aux météorites du type *Eukrite,* telles que celle de Juvinas. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain dévonien de Diou (Allier) et de Gilly (Saône-et-Loire).* Note de M. A. JULIEN.

« A Diou, dans l'Allier, existe un lambeau de terrain paléozoïque, signalé jadis par l'ingénieur Boulanger. Ce lambeau, qui forme un îlot très circonscrit au milieu des terrains tertiaire et quaternaire de la région, se rattache à celui qui se développe en face de Diou, le long de la rive droite de

la Loire, de Bourbon-Lancy à Saint-Aignan. Ce dernier, décrit succinctement par Rozet, offre une composition identique à celui de Diou. Il renferme, en particulier, au milieu de schistes variés absolument azoïques, de puissantes couches de marbre, exploitées pour la fabrication de la chaux connue sous le nom de *chaux de Gilly*. Ces marbres ont été considérés successivement par Rozet, l'abbé Landriot, Jourdan, et plus récemment par des géologues dont il est inutile de citer les noms, comme étant *carbonifères*. La découverte de fossiles dans leur sein m'a permis de rectifier cette erreur. Ces marbres renferment une faune dévonienne moyenne. Dès le mois d'août 1874, j'avais recueilli, tant à Diou qu'à Gilly, quelques échantillons à la surface desquels apparaissaient des traces peu déterminables de fossiles. M. de Koninck, à l'examen duquel je les ai soumis à cette époque, avait pu y reconnaître sept ou huit espèces dévoniennes. Depuis, j'ai fait de nouvelles recherches dans ces localités, et je suis parvenu à y recueillir un nombre considérable d'échantillons, qui m'ont offert les vingt espèces dont les noms suivent, dans un excellent état de conservation :

Heliolites porosa, Goldf.
Streptastræa longiradiata, Sandb. (un échantillon unique).
Cyathophyllum ceratites, Goldf.
» *cæspitosum*, Goldf.
Favosites cervicornis, Blainville.
Alveolites suborbicularis, M. Edw. et J. Haime.
Aulopora repens, M. Edw. et J. Haime.
Stromatopora concentrica, Goldf.
Acroculia prisca, Goldf. (deux échantillons).
Orthis striatula, Schlot.
Spirifer undiferus, Ad. Rœmer.
Cyrtina heteroclyta, Defrance.
Atrypa reticularis, Linn.
» *aspera*, Schl.
Rhynchonella subwilsoni, d'Orb.
» *pugnus*, Sow.
» *dalcidensis*, F. Rœmer.
Pentamerus brevirostris, Phill.
Camarophoria microrhyncha, St.
Chonetes sarcinulata, Sch.

» L'examen de cette faunule prouve que ces marbres sont, non point carbonifères, mais de l'époque dévonienne moyenne.

» Nous ajouterons que ce lambeau de Diou et Gilly est actuellement

le seul reconnu de cet âge dans la moitié septentrionale du plateau central. »

M. V. Burq adresse un Mémoire intitulé « Prophylaxie de la phthisie pulmonaire, pulmomètre gymno-inhalateur ».

M. P. Michaels adresse la description d'un « appareil rotatif à rotation continue ».

M. Ch. Brame adresse une Note sur plusieurs expériences d'intoxication par l'acide cyanhydrique à haute dose et appelle l'attention sur la longue conservation des animaux empoisonnés par cet agent.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 avril 1881.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires; IIIe série, t. XXXVI. Paris, V. Rozier, 1880; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Lettres, vol. XIX; *Classe des Sciences,* vol. XXIV. Paris, J.-B. Baillière; Lyon, Ch. Palud, 1879-80; 2 vol. in-8°.

Paléontologie française, ou description des fossiles de la France; terrain jurassique. Livr. 45 : *Echinodermes réguliers; par* M. G. Cotteau. Texte, feuilles 4 à 6 du t. X. Atlas, planches 275 à 286. Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Les colonies animales et la formation des organismes; par Ed. Perrier. Paris, G. Masson, 1881; in-8°, avec planches et figures. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Rapport sur une mission en Allemagne pour étudier les collections d'Anatomie comparée; par M. Pouchet. Paris, Impr. nationale, 1881; in-8°.

Etude géologique des environs de Craïova, parcours Bucovatzu-Cretzesci; par R.-C. Porumbaru. Ire Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Des grandeurs électriques et de leur mesure en unités absolues; par E.-E. BLAVIER. Paris, Dunod, 1881; in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Théorie scientifique des couleurs et leurs applications à l'art et à l'industrie; par O.-N. ROOD. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8° relié.

Résumé météorologique de l'année 1879 *pour Genève et le grand Saint-Bernard; par* E. PLANTAMOUR. Genève, impr. Schuchardt, 1880; in-8°.

Les troubles intellectuels provoqués par les traumatismes du cerveau; par le Dr AZAM. Paris, A. Parent, 1881; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

L'homme et les temps quaternaires au point de vue des glissements polaires et des influences précessionnelles; par J. PÉROCHE. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8°.

Essai d'une ampélographie universelle; par M. le comte JOSEPH DE ROVASENDA. Traduit de l'italien par MM. F. CAZALIS et G. FOEX. Montpellier, Coulet; Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1881; grand in-8°.

Annuaire de la Société nationale d'Agriculture de France; année 1881. Paris, J. Tremblay, 1881; in-18.

L'instruction primaire chez les Chinois, dans l'île de Java. Mémoire de M. J.-E. ALBRECHT, traduit du hollandais et annoté par A. MARRE. Paris, Challamel aîné, 1881; br. in-8°.

Études sur la Lorraine dite allemande, le pays messin et l'ancienne province d'Alsace. — Notice sur les explorations botaniques faites en Lorraine de 1857 *à* 1875. *— Etudes sur les prolifications. — Etudes sur les pavots cultivés. — De l'origine des poiriers cultivés. — Notice historique sur les jardins botaniques de Pont-à-Mousson et de Nancy. — Notice historique sur le Musée d'Histoire naturelle de Nancy. — Des hybrides et des métis de* Datura. *— Mélanges de Tératologie végétale. — Etudes ethnologiques sur l'origine des populations lorraines. — Recherches expérimentales sur l'hybridité dans le règne végétal. — De la végétation du* Kaiserstuhl. *— De l'existence ancienne du castor en Lorraine. — De la pilorie des* Pelargonium. *— L'âge de pierre en Lorraine. — De la floraison des Graminées. — Histoire des Ægilops hybrides, etc., etc.; par* M. D.-A. GODRON, Correspondant de l'Académie. Nancy, 1840-1878; 108 brochures in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AVRIL 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le peroxyde d'éthyle.* Note de M. **Berthelot.**

« L'action de l'ozone sur l'éther a été observée d'abord, je crois, par M. von Babo : ce savant a remarqué en passant qu'elle donnait naissance à de l'eau oxygénée ([1]). J'ai reconnu depuis que cette formation n'est pas immédiate ; car l'éther, même anhydre, absorbe peu à peu l'ozone, et l'eau oxygénée prend naissance seulement sous l'influence de l'eau, par la destruction d'un premier composé. Étant revenu sur cette étude, j'ai réussi à isoler le produit primitif. On le prépare en dirigeant à travers l'éther anhydre un courant lent d'oxygène, absolument sec et fortement ozoné. L'absorption de l'ozone a lieu peu à peu, quoique incomplètement. On poursuit pendant plusieurs heures, jusqu'à ce que tout l'éther ait disparu par évaporation. Il reste un liquide dense, sirupeux, miscible avec l'eau : c'est le *peroxyde d'éthyle.*

» Ce corps, refroidi à — 40°, devient visqueux, sans cristalliser, au moins dans l'espace de quelques minutes. Chauffé dans un tube de verre, il

([1]) *Annalen der Chemie und Pharmacie,* Supplément, t. II, p. 265 ; 1863.

distille en partie; mais l'expérience se termine par une explosion subite et très violente.

» Le peroxyde d'éthyle se dissout dans l'eau, en y formant des stries, à la façon d'un sirop; il se décompose par là en alcool et eau oxygénée, que l'on peut séparer l'un de l'autre par une distillation ménagée. L'alcool passe avec les premières parties d'eau, tandis que la presque totalité de l'eau oxygénée demeure dans la cornue. Le peroxyde d'éthyle ne renferme que des traces négligeables d'aldéhyde, d'éther acétique [1], ainsi qu'un peu d'acide acétique (2 à 3 centièmes d'après le dosage), formés simultanément. Sa solution aqueuse se comporte comme l'eau oxygénée vis-à-vis des réactifs : ainsi le permanganate de potasse se détruit avec effervescence, en dégageant son propre oxygène et celui du peroxyde d'éthyle, simultanément; l'acide chromique forme de l'acide perchromique, etc.

» J'ai utilisé ces deux réactions pour évaluer, au moins d'une manière approchée, l'oxygène actif que renferme le peroxyde d'éthyle. Le dosage, exécuté à froid par le permanganate [2] (rendu fortement acide par SO^4H étendu), a fourni 11,0 centièmes.

» Le dosage par l'acide perchromique a été effectué à l'aide de comparaisons colorimétriques, effectuées avec des solutions titrées d'eau oxygénée pure, dans des conditions de dilution et de proportions relatives identiques. Ce procédé, quelque imparfait qu'il soit, offre cependant l'avantage de contrôler le premier : contrôle d'autant plus nécessaire que l'aldéhyde réduit aussi le permanganate. On a trouvé ainsi 10 centièmes d'oxygène actif : chiffre dont la concordance avec le premier exclut toute dose notable d'un composé susceptible d'agir sur le permanganate, autre que l'eau oxygénée.

Enfin, comme dernière épreuve, on a séparé l'alcool en nature, par deux distillations fractionnées, suivies de l'addition du carbonate de potasse cristallisé, conformément à la méthode que j'emploie depuis trente ans. On a dosé l'eau oxygénée par le permanganate, dans l'eau restée dans la cornue. Le poids de l'oxygène actif ainsi trouvé était de 9,0; une petite quantité d'eau oxygénée ayant passé à la distillation, ou ayant été détruite. Le poids de l'alcool était plus que décuple de celui de l'oxygène.

» D'après ces données et la transformation du composé en alcool (sans

---

(1) Ces corps, s'ils se forment, sont éliminés pendant l'évaporation de l'éther.

(2) Ce dosage se fait à froid et rapidement, afin de prévenir la réaction beaucoup plus lente exercée par l'alcool.

éther) et eau oxygénée, sous l'influence de l'eau, le peroxyde d'éthyle serait un sesquioxyde : $2C^4H^5 + O^3$ ou $C^{16}H^{20}O^6$, renfermant 9,8 d'oxygène disponible.

» Sa réaction sur l'eau répond à la formule

$$C^{16}H^{20}O^6 + 3H^2O^2 = 4C^4H^6O^2 + H^2O^4.$$

» Ce rapport impair, $2C^4H^5 + O^3$, qui oblige à doubler la formule, rappelle celui de l'oxygène au radical dans l'acide persulfurique S^2O^7, acide suroxygéné également dérivé d'un composé dont l'oxygène est pair, S^2O^6. Le dernier équivalent d'oxygène fixé renferme de même un excès d'énergie, qui se manifeste par les propriétés explosives du composé.

» La production directe du peroxyde d'éthyle au moyen de l'ozone fournit un procédé remarquable pour former l'eau oxygénée avec cette substance; ce sont là des réactions types, qui rendent compte de certains faits interprétés autrefois par la théorie de l'antozone. Si l'on ajoute que l'éther, oxydé par l'oxygène ordinaire sous l'influence de la lumière, donne parfois naissance au peroxyde d'éthyle, on sera amené à comprendre le mécanisme de la formation de l'eau oxygénée, étant admis que cette substance se produise quelquefois dans la nature. On voit en même temps, une fois de plus, comment les réactions singulières de l'ozone et de l'eau oxygénée se ramènent à la production de combinaisons peu stables, mais formées suivant les lois ordinaires de la Chimie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale eulérienne de seconde espèce.* Note de M. **Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je me suis occupé depuis longtemps de trouver des formules pour calculer la valeur de l'intégrale $\int_0^\infty \frac{e^{-\eta x}}{(1+x)^\lambda}\,dx$. Les méthodes ordinaires ne peuvent pas donner de résultats exacts lorsque les paramètres η et λ acquièrent de grandes valeurs numériques, mais les difficultés disparaissent par votre décomposition de la fonction $\mathfrak{Q}(x)$, donnant naissance à la série [1]

$$\mathfrak{Q}(x) = \mathfrak{Q}_0 + \mathfrak{Q}_1 + \mathfrak{Q}_2 + \ldots.$$

» En raison de l'importance de votre méthode pour l'évaluation d'un grand nombre d'intégrales définies, je me suis proposé d'en faire quelques

(1) *Journal de Borchardt*, t. 90, p. 332.

applications numériques. Le cas que je veux examiner maintenant est celui de $x = 0$; ce cas me paraît mériter une attention spéciale, parce qu'il renferme une classe de transcendantes bien connues dans le Calcul intégral. En effet, si l'on fait usage d'une notation adoptée, on a

$$\mathfrak{Q}(0) = \int_a^\infty \frac{e^{-\xi}\,d\xi}{\xi} = -\lim(e^{-a}).$$

Cela étant, dans le cas où la valeur de a est plus grande que l'unité, votre formule

$$\mathfrak{Q}(0) = P(1)\,R(-1) - P(2)\,R(-2) + P(3)\,R(-3) - \ldots$$

donne, par un calcul bien aisé, la fonction dont il s'agit. Les coefficients $P(1)$, $P(2)$, ... ayant des valeurs numériques, on peut les évaluer une fois pour toutes. En partant de

$$P(1) = 1 - \frac{1}{e} = 0{,}6331206,$$

on obtiendrait, au moyen de la formule

$$P(n+1) = n\,P(n) - \frac{1}{e},$$

tous ces coefficients de proche en proche.

» Cependant, parce que les petites erreurs inévitables du calcul deviendront multipliées, et, par conséquent, les résultats très inexacts, le procédé dont il s'agit n'est pas le meilleur qu'on puisse choisir.

» Si la fonction $P(n)$, n étant la plus grande valeur de l'indice qu'on veut considérer, est connue, on obtient les fonctions appartenant aux indices plus petits au moyen de la formule

$$P(n) = \frac{P(n+1) + \frac{1}{e}}{n};$$

mais je préfère une autre méthode.

» En éliminant $\frac{1}{e}$ des équations

$$P(n+1) = n\,P(n) - \frac{1}{e},$$
$$P(n+2) = (n+1)\,P(n+1) - \frac{1}{e},$$

on aura

$$P(n+2) = (n+2)\,P(n+1) - n\,P(n),$$

d'où il résulte

$$\frac{P(n+1)}{P(n)} = \frac{n}{n+2} + \frac{1}{n+2}\frac{P(n+2)}{P(n+1)}\frac{P(n+1)}{P(n)} = \frac{\frac{n}{n+2}}{1-\frac{1}{n+2}\frac{P(n+2)}{P(n+1)}}.$$

En employant cette formule plusieurs fois, on obtient

$$\frac{P(n+1)}{P(n)} = \cfrac{\frac{n}{n+2}}{1-\cfrac{\frac{1}{n+2}\frac{n+1}{n+3}}{1-\cfrac{\frac{1}{n+3}\frac{n+2}{n+4}}{1-\ldots}}},$$

en vertu de laquelle on obtiendra la valeur de $\frac{P(n+1)}{P(n)}$ aussi exacte qu'on pourra le désirer.

» Maintenant il est facile de voir que tous les rapports $\frac{P(n+1)}{P(n)}$ se trouvent de proche en proche et qu'on trouve aussi les valeurs absolues de $P(n)$, celle de $P(1)$ étant donnée. D'après ces formules, j'ai calculé les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned}
\log P(1) &= 9,8007999,\\
\log P(2) &= 9,4220008,\\
\log P(3) &= 9,2057544,\\
\log P(4) &= 9,056635,\\
\log P(5) &= 8,943675,\\
\log P(6) &= 8,835106,\\
\log P(7) &= 8,777674,\\
\log P(8) &= 8,713124,\\
\log P(9) &= 8,656755,\\
\log P(10) &= 8,60675,\\
\log P(11) &= 8,56184,\\
\log P(12) &= 8,52108,\\
\log P(13) &= 8,48378,\\
\log P(14) &= 8,44941,\\
\log P(15) &= 8,4174,\\
\log P(16) &= 8,3877,\\
\log P(17) &= 8,3599.
\end{aligned}$$

» Je me propose maintenant d'évaluer la constante

$$C = \lim\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n} - \log n\right);$$

il faut donc qu'on admette $a = 1$; mais, dans ce cas, je préfère votre formule

$$\mathfrak{Q}(0) = \mathfrak{Q}_0 + \mathfrak{Q}_1 + \mathfrak{Q}_2 + \ldots,$$

où l'on a maintenant

$$\mathfrak{Q}_n = e^{-n-1}\int_0^1 \frac{e^{-\zeta}\,d\zeta}{(n+1+\zeta)} = e^{-n-1}\left[\frac{\mathfrak{p}(1)}{n+1} - \frac{\mathfrak{p}(2)}{(n+1)^2} + \frac{\mathfrak{p}(3)}{(n+1)^3} - \cdots\right].$$

Cette formule conduit évidemment à un calcul bien simple, en supposant que n soit plus grand que 1; mais, si $n = 0$, elle devient impraticable ou au moins peu avantageuse pour le calcul numérique; même si $n = 1$, il est à désirer une formule qui donne la valeur de $\mathfrak{Q}_n$ avec plus de facilité. Dans le cas où $n = 0$, on peut substituer le développement de $e^{-\zeta}$, de sorte qu'on aura

$$\mathfrak{Q}_0 = \frac{1}{e}\int^1 \frac{1 - \frac{\zeta}{1} + \frac{1}{1.2}\zeta^2 - \cdots}{1+\zeta}\,d\zeta;$$

ou, si l'on désigne

$$M_r^{(0)} = \int_0^1 \frac{\zeta^r\,d\zeta}{1+\zeta} = \int_1^2 \frac{(z-1)^r\,dz}{z}$$
$$= \frac{2^r - 1}{r} - \frac{r}{1}\,\frac{2^{r-1}-1}{r-1} + \frac{r(r-1)}{1.2}\,\frac{2^{r-2}-1}{r-2} - \ldots \pm \log 2,$$

nous aurons

$$\mathfrak{Q}_0 = \frac{1}{e}\left(\log 2 - M_1^{(0)} + \frac{1}{1.2}M_2^{(0)} - \ldots\right).$$

On peut encore obtenir les $M_r^{(0)}$ de proche en proche au moyen de l'équation

$$M_r^{(0)} = \frac{1}{r} - M_{r-1}^{(0)}.$$

» Voici les valeurs numériques auxquelles je suis parvenu:

$$\begin{aligned}
\log\text{hyp}\,2 = M_0^{(0)} &= 0,69314718,\\
M_1^{(0)} &= 0,30685285,\\
M_2^{(0)} &= 0,19314718,\\
M_3^{(0)} &= 0,14018615,\\
M_4^{(0)} &= 0,1098139,
\end{aligned}$$

$$M_5^{(0)} = 0,0901861,$$
$$M_6^{(0)} = 0,0764805,$$
$$M_7^{(0)} = 0,0663766,$$
$$M_8^{(0)} = 0,0586234,$$
$$M_9^{(0)} = 0,0524877,$$
$$M_{10}^{(0)} = 0,0475123.$$

» Par un procédé tout à fait semblable on aura, pour $\mathfrak{Q}_1$, l'expression

$$\mathfrak{Q}_1 = \frac{1}{e^2}\left(\log\frac{3}{2} - M_1^{(1)} + \frac{1}{1.2}M_2^{(1)} - \ldots\right),$$

où l'on a posé

$$M_r^{(1)} = \frac{3^r - 2^r}{r} - \frac{r}{1}\,\frac{3^{r-1} - 2^{r-1}}{r-1}\,2 + \frac{r(r-1)}{1.2}\,\frac{3^{r-2} - 2^{r-2}}{r-2}\,2^2 - \ldots \pm 2^r \log\frac{3}{2}.$$

» Je dirai prochainement comment s'effectue le calcul de ces quantités. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la liquéfaction des mélanges gazeux;* par MM. L. Cailletet et P. Hautefeuille.

« Les mélanges formés d'un gaz facilement liquéfiable et de l'un des gaz réputés permanents présentent, lorsqu'on les comprime, des phénomènes qui n'ont pas tous été décrits. On sait que l'acide carbonique, par exemple, mélangé à une certaine proportion d'air, constitue, à la température ordinaire, un mélange gazeux qui fournit, lorsqu'on le comprime, des couches liquides de densités décroissantes, surmontées d'un résidu gazeux. On sait également qu'à des pressions élevées la surface de séparation du liquide et du gaz peut cesser d'être visible. Nous avons étudié, dans une précédente Communication, certains cas où ce phénomène est le signe d'une vaporisation complète.

» Il restait à déterminer les conditions dans lesquelles on peut obtenir la liquéfaction totale des gaz mélangés. Cette liquéfaction n'a été réalisée jusqu'ici qu'à la condition de comprimer des mélanges très riches en gaz liquéfiable, parce que la diffusion de couches de densités décroissantes est extrêmement lente dans des tubes capillaires. Il était donc nécessaire de trouver, dans l'impossibilité où l'on est d'opérer dans d'autres vases que des vases cylindriques d'un très petit diamètre, un mode opératoire qui rendît les résultats des expériences indépendants de cette circonstance.

» Il suffit, pour atteindre ce but, de ne comprimer le mélange gazeux

homogène qu'à une température assez élevée pour que les pressions les plus fortes restent impuissantes à faire cesser l'état gazeux, puis d'abaisser la température assez régulièrement pour que tous les points du tube capillaire qui contient le mélange passent en même temps par la température à laquelle peut se produire un changement d'état. Le système gazeux homogène fournit alors un liquide homogène. Le mélange se conduit comme un gaz unique; il présente un point critique de température au-dessus duquel il conserve l'état gazeux, au-dessous duquel il se condense.

» L'emploi de cette méthode nous a permis d'obtenir de l'acide carbonique condensé contenant une forte proportion d'oxygène, d'hydrogène ou d'azote. Ces liquides mixtes sont formés d'un corps connu à l'état liquide dans les conditions de température et de pression réalisées dans les expériences et d'un corps qui concourt à former un liquide, bien que sa température soit trop élevée pour qu'il puisse exister isolément sous cet état.

» Avant d'aborder l'étude des liquides mixtes préparés avec une vapeur et un gaz regardé comme permanent, nous allons analyser les résultats de quelques-unes de nos expériences sur les mélanges de deux gaz dont les températures de condensation sont différentes, mais qui sont connus l'un et l'autre à l'état liquide, d'abord à des températures auxquelles les deux gaz condensés peuvent exister isolément, puis à des températures auxquelles un seul des éléments est susceptible de se condenser : les liquides mixtes contenant de l'oxygène, de l'hydrogène ou de l'azote sont dans ces dernières conditions.

» Ces liquides n'ayant été jusqu'ici l'objet d'aucune étude, nous devions chercher si leur formation ne s'accompagne pas d'une dilatation ou d'une contraction mesurable. Ne pouvant multiplier, dans cet extrait, les exemples, nous citerons de préférence nos observations sur le liquide formé par le cyanogène et l'acide carbonique, parce que, à certaines températures et à certaines pressions, il ressemble beaucoup aux dissolutions des gaz permanents dans un gaz liquéfié.

» Nous avons constaté une contraction de $\frac{10}{1000}$ environ du volume total à 0° pour les mélanges très riches en acide carbonique, et une dilatation de $\frac{3}{1000}$ à la même température pour les mélanges de cyanogène et d'acide carbonique dans lesquels la proportion de ce dernier corps est faible. Les variations de volume résultant du mélange intime de ces deux liquides ne dépassent pas notablement les incertitudes inhérentes à l'emploi d'un appareil de mesure qui, pour pouvoir résister à des pressions de plu-

sieurs centaines d'atmosphères sans subir de déformation sensible, se réduit à un tube capillaire à paroi épaisse, où le liquide est comprimé par une colonne de mercure.

» Comme première approximation, on peut donc négliger cette contraction et calculer la densité de l'un des liquides lorsque l'on connaît la densité du mélange et celle de l'autre liquide.

» Nous avons réuni dans le Tableau suivant les densités mesurées directement et les densités de l'acide liquéfié dans les mélanges, afin de mettre en évidence l'écart entre les déterminations des deux séries ; puis les densités calculées pour des températures auxquelles l'acide carbonique liquéfié est trop près de son changement d'état pour qu'on ait pu tenter des déterminations de contrôle :

Pression.	Température.	Densité de l'acide carbonique liquéfié.	Densité de l'acide carbonique liquéfié dans le mélange.	Diminution de densité pour 1°.
100^{atm}	-23°	1,092	1,046	0,0023
	0	0,984	0,991	0,0032
	30	»	0,893	0,0033
	33	»	0,883	
150^{atm}	-23	1,111	1,073	0,0028
	0	1,015	1,010	0,0030
	30	»	0,918	0,0030
	33	»	0,907	
0^{atm},20	-23	1,126	1,095	0,0027
	0	1,039	1,033	0,0031
	30	»	0,940	0,0030
	33	»	0,931	

» Le Tableau contient les densités qu'aurait, sous des pressions variées, l'acide carbonique liquéfié à 33°, température à laquelle ce corps ne peut exister à l'état liquide, d'après les expériences de M. Andrews. Au-dessus de 31° (température du point critique de l'acide carbonique), le mélange liquide de cyanogène et d'acide carbonique ne rentre-t-il pas dans la catégorie des dissolutions ? L'acide carbonique n'est-il pas dissous dans le cyanogène liquéfié ?

» On sait que, en général, l'*assimilation* de la dissolution d'un gaz à sa liquéfaction est fort imparfaite, même dans le cas où la dissolution est détruite complètement par l'action du vide, car la chaleur de vaporisation d'un gaz liquéfié est notablement plus faible que sa chaleur de dissolution (*Mécanique chimique* de M. Berthelot, t. II, p. 146). On doit donc toujours

présumer une action chimique lorsqu'un gaz se dissout dans un liquide; mais, si cette action chimique, mesurée par la différence des chaleurs de dissolution et de vaporisation, est égale à la chaleur de contraction du mélange des deux corps pris à l'état liquide, l'assimilation devient parfaitement légitime. Tel est probablement le cas pour le liquide mixte que nous étudions, car rien dans les propriétés du mélange de cyanogène et d'acide carbonique, quand on le chauffe, ne révèle qu'on a dépassé la température à laquelle l'acide carbonique pur peut exister à l'état liquide. La densité de l'acide carbonique dans le liquide mixte diminue en effet régulièrement lorsque, en élevant la température, on atteint et même on dépasse la température critique de cet acide. En l'absence d'un changement brusque de volume à 31°, on est autorisé à admettre que l'acide carbonique *en présence du cyanogène liquéfié* conserve l'état liquide au-dessus de cette température.

» Le mélange d'acide carbonique et de cyanogène peut être considéré comme le type des liquides mixtes que nous avons étudiés, et ce mélange conserve ses caractères à des températures notablement supérieures à celle qui correspond au point critique de son élément le moins facile à liquéfier. Si la densité de l'acide carbonique liquéfié était inconnue, il serait possible de la déduire de la densité du liquide mixte formé de cyanogène et d'acide carbonique; nous serons donc également autorisés à déduire la densité que posséderait un liquide moins facile à obtenir que l'acide carbonique, en nous basant sur la densité d'un liquide mixte convenablement choisi.

» Les expériences que nous avons entreprises pour déterminer les densités de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène liquéfiés feront l'objet d'une prochaine Communication. »

PHILOSOPHIE CHIMIQUE. — *Sur les raies du fer dans le Soleil.* Lettre de M. N. Lockyer à M. Dumas.

« Je considère que le moment présent est favorable pour vous donner un aperçu de la direction que nous avons imprimée à nos recherches dans ces derniers temps et des résultats que nous avons obtenus. La principale raison qui m'engage à ne pas différer cette Communication, c'est une assertion émise par M. Stas, dans une conférence récemment publiée, et reposant sur des observations dépourvues d'originalité faites par

M. Fiévez, qui n'a pas pris la peine de s'informer de mes opinions : M. Stas disait que la dissociation des corps élémentaires à la température du Soleil n'avait pas encore été démontrée.

» Il y a encore une autre raison. Dans ma lettre de 1873, que vous avez eu la bonté d'insérer dans les *Comptes rendus*, je donnais les motifs qui me faisaient supposer une *dissociation céleste*. Sir Benjamin Brodie, partant de toutes autres considérations, était arrivé aux mêmes conclusions et il les avait publiées dès 1867; mais, jusqu'à ces derniers mois, j'avais ignoré ce fait; je ne l'ai même connu que peu de temps avant la mort de sir Benjamin Brodie. Prévenu plus tôt, je vous en aurais naturellement informé. Sir Benjamin était arrivé à se figurer mentalement et de la manière la plus exacte ce qui a lieu en réalité, car, dans une conférence à la *Chemical Society*, il disait que *les constituants des éléments terrestres* peuvent, selon toute probabilité, exister, *sous des formes indépendantes*, dans l'atmosphère du Soleil.

» Dans mon récent travail, je me suis occupé du spectre du fer, spectre si complexe, et dont cependant on a peut-être d'aussi bonnes cartes que de tout autre. Nous avons pris les raies signalées par Kirchhoff, Angström, Thalén et Huggins, raies concordant exactement, sous le rapport des longueurs d'onde. J'ai moi-même exécuté la carte d'une petite région du spectre que donne le fer; j'ai varié de toutes les manières possibles les conditions de cette expérience; nous avons, en outre, étudié les raies de Fraunhofer qui coïncident avec celles fournies par le fer.

» Dans tous les cas, nous avons eu soin de *noter les intensités*, et nous avons ainsi, pour la région du spectre sur laquelle j'ai spécialement opéré, la région entre F et D du spectre solaire, une série de cartes qui présentent entre elles des différences très frappantes. Le spectre du fer dans l'arc voltaïque ressemble de très près au spectre du Soleil en ce qui concerne le fer. Il y a de sérieuses différences dans les intensités quand nous passons de l'arc à la plus grande bobine d'induction montée en tension; le nombre des raies est considérablement réduit, et les intensités sont, dans nombre de cas, interverties, quelques lignes ternes devenant très brillantes, tandis que des lignes brillantes pâlissent.

» Tel étant l'état actuel de nos connaissances, il faudrait, pour dire que l'existence du fer dans le Soleil a été démontrée par la similitude de longueur d'onde et d'*intensité* entre les raies de Fraunhofer et les raies du fer, préciser nettement les conditions expérimentales dans lesquelles le spectre du fer a été produit; mais à préciser ainsi, à se livrer à

cette étude minutieuse, on reconnaîtrait bientôt que cette assertion n'était exacte dans aucun des nombreux cas invoqués.

» Nous n'avons pas borné nos recherches à ce travail de laboratoire; nous avons consulté toutes les observations, faites pendant les dix dernières années, des raies du fer qui paraissent affectées dans les taches et protubérances du Soleil; nous avons discuté toutes ces observations, nous avons tracé les cartes correspondantes. Ces observations comprenaient une série de cent spectres de taches, observés ici depuis novembre 1879.

» Je vais maintenant vous communiquer quelques-uns des principaux résultats; je vous rappellerai de nouveau que nous nous occupons uniquement du spectre du fer, et même d'une portion limitée de ce spectre.

» 1° Les raies élargies dans les taches, petites ou grandes, ne sont pas nombreuses; des raies connues pour se produire quand le fer métallique est volatilisé, il n'y en a pas plus de 10 pour 100 qui soient fortement changées. Ce fait seul est un argument en faveur de la dissociation, car on trouve que l'opinion soutenue jusqu'à présent, et selon laquelle la complexité du spectre est d'autant plus grande que la température est plus élevée, ne s'applique pas du tout aux plus hautes températures.

» 2° Prenons les observations des *protubérances* faites par M. Tacchini depuis 1872, et comparons-les avec une centaine de *taches du Soleil* observées ici, en nous bornant à la région comprise entre F et *b*; nous constatons que les spectres des taches et des protubérances *n'ont pas une seule raie du fer* en commun, de sorte que, si nous ne savions rien du spectre du fer et si nous appliquions aux taches et aux protubérances les premiers principes de l'analyse spectrale, nous dirions que les spectres des taches et des protubérances sont dus à deux corps parfaitement différents.

» 3° Une longue discussion des raies les plus épaisses dans les spectres des taches indique que les vapeurs par lesquelles elles sont produites présentent une haute complexité, parce que nous ne pouvons disposer ces raies en séries continues, comme nous devrions le faire, s'il ne s'agissait que de dissociations successives de molécules similaires et comme nous pouvons le faire dans le cas de la vapeur du carbone.

» 4° Les raies observées par M. Tacchini dans les spectres des protubérances sont, en règle générale, les raies que l'on voit les plus brillantes quand on fait usage de la bobine d'induction la plus puissante, *et ces raies se voient dans les spectres d'autres substances que le fer*, quand les raies caractéristiques du fer aux mêmes températures sont absolument invisibles.

» 5° Un grand nombre des raies que l'on voit élargies dans les spectres

des taches sont des raies observées dans le spectre de la vapeur du fer produite par le chalumeau oxyhydrique.

» 6° De ce que j'ai dit de la dissimilitude complète des spectres des taches et protubérances en ce qui concerne les raies du fer, il résulte que le spectre solaire est la résultante des absorptions produites dans les diverses régions de son atmosphère, région des taches, région des protubérances et autres; par contre, il est évident que, si des simplifications sont produites par l'action de la température dans nos laboratoires, le spectre que nous obtenons est un résultat de telles simplifications, vu que nous devons toujours commencer par le métal froid, solide. Nous pouvons regarder les protubérances et les taches solaires comme d'énormes fourneaux régénérateurs, abrités de telle sorte qu'il n'y puisse entrer aucune trace de métal solide, et alimentés, les uns par les basses régions de l'atmosphère solaire, qui sont les plus chaudes, les autres par les hautes régions, qui sont les plus froides, de telle sorte que la température des protubérances et celle des taches doivent différer énormément. De cette manière, il est facile d'expliquer tous les phénomènes.

» Sauf ces réserves, je conviens qu'il n'a pas été définitivement répondu à l'objection de ceux qui veulent douer une molécule de fer de propriétés telles, que cette molécule change complètement de spectre à chaque changement de température; néanmoins, on peut insister sur ce que cette hypothèse a des conséquences trop étendues, car il suffit de l'étendre légèrement pour arriver à conclure que tous les spectres différents sont dus à la même substance primitive dans des conditions différentes. Il y a cependant une autre série d'observations que nous avons faites récemment et qui, je pense, ruinent finalement cette idée.

» Cette dernière série d'observations, sur laquelle je désire appeler votre attention, concerne le degré de mouvement des vapeurs dans les taches solaires, considéré comme étant indiqué par le changement de réfrangibilité des raies. Si toutes les raies du fer dans une tache solaire étaient produites par de la vapeur de fer se mouvant avec une vitesse de 40^{km} par seconde, cette vitesse serait accusée par un changement de réfrangibilité de toutes les raies. *Nous trouvons cependant qu'il n'en est pas ainsi.* Nous ne constatons pas seulement divers mouvements indiqués par diverses raies, mais nous observons dans les degrés de mouvement les mêmes inversions que dans la largeur des raies. Ces faits s'expliquent aisément si nous supposons la dissociation, et je ne connais pas d'autre manière simple de les interpréter.

» Dans les belles taches visibles le 24 décembre, le 1er et le 6 janvier, un certain nombre de raies du spectre du fer apparaissaient contournées, tandis que d'autres restaient droites.

» Le Tableau suivant résume les faits constatés :

	Raies du fer indiquant du mouvement.	Raies du fer visibles dans le même champ de vue, inaltérées.
24 décembre 1880......	5403,2	»
»	5404,8	5410,0
»	5409,0	5414,5
»	5408,8	»
»	5396,0	»
»	5370,5	»
»	5369,9	5366,5
»	4919,8	»
»	4918,0	4923,0
»	5142,2	5269,8
»	5138,5	5268,5
»	5269,8	5323,5
»	5268,5	5327,0 (double
1er janvier 1881	5323,5	5269,8
»	5327,0	5268,5 [1]
6 janvier 1881.........	4919,8	»
»	4918,0	4923,5

» Je joins un diagramme montrant l'espèce de variation, à la fois terrestre et solaire, à laquelle je fais allusion. Il représente la manière dont se comportent trois raies du fer, dont les longueurs d'onde sont 4918, 4919,7 et 4923,2; appelons-les A, B et C.

» Dans le spectre solaire, B est la raie la plus large.

» Dans l'arc, C est absent.

» Dans la bobine montée en quantité avec condensateur, B est la plus large.

» Dans la bobine montée en quantité sans condensateur, C est à peine visible.

» Dans la bobine montée en intensité avec condensateur, C est de beaucoup la plus large.

» Dans la bobine montée en intensité sans condensateur, C est mince.

---

[1] Dans cette tache les deux composantes même de D indiquaient différents degrés de mouvement.

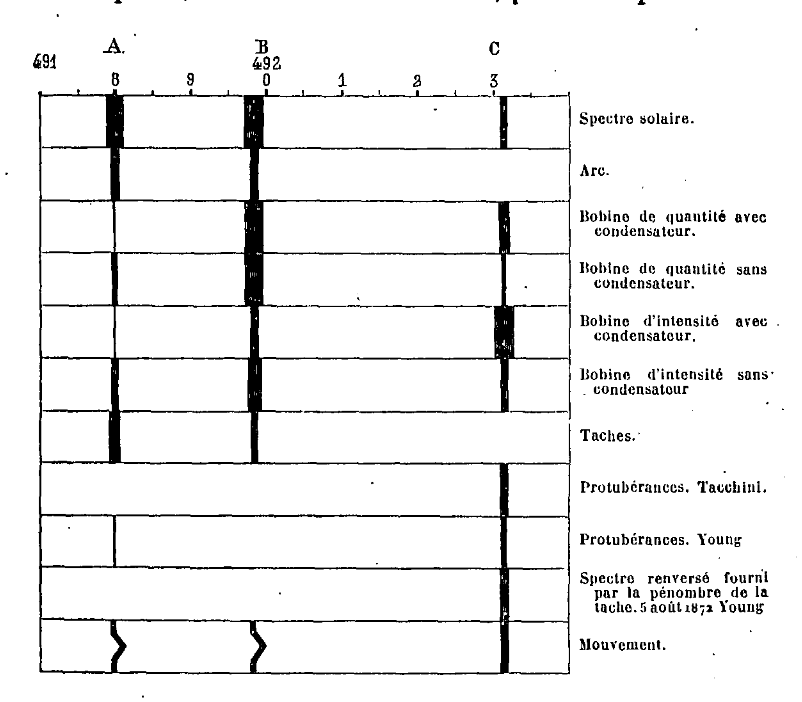
» Sur 100 taches on a vu A et B 73 fois sans C, et l'on n'a jamais vu C augmenter de largeur.

» M. Tacchini a vu C seul dans 52 pour 100 des protubérances observées par lui; *il n'a jamais vu* A *et* B.

» Young a vu A et C dans les protubérances sans B au maximum de la période de tache solaire.

» Nous avons vu A et B indiquant un mouvement dans les vapeurs de fer, tandis que C indiquait un repos.

» Par conséquent, les raies de Fraunhofer, parmi lesquelles se voient A,



B et C, doivent détourner C des régions chaudes des protubérances et B et A des régions plus froides des taches. Il ne paraît pas y avoir de place où les vapeurs puissent produire A, B et C ensemble. *Donc il n'y a pas de fer dans le noyau du Soleil, mais seulement ses constituants, et ceux-ci existent à différents niveaux dans son atmosphère et produisent des formes plus complexes par la condensation.*

» Vous comprendrez facilement que je me sois borné à une seule substance, le fer, et à une petite partie du spectre, en raison de la nature de ces recherches sur l'anatomie détaillée du spectre solaire. Cette minutie est nécessaire, mais elle est un grand désavantage pour le progrès de l'investigation, car elle empêche nombre de personnes, même celles qui

professent les opinions les plus arrêtées, d'arriver à une étude complète des faits. »

M. WARREN DE LA RUE fait hommage à l'Académie d'une Conférence faite par lui, à l'Institut royal de Londres, sur les phénomènes de la décharge électrique. Les expériences ont été effectuées avec une pile à chlorure d'argent, de 1440 éléments.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur des pucerons attaqués par un champignon.* Lettre de MM. MAX. CORNU et CH. BRONGNIART à M. DUMAS.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Nous avons étudié les pucerons couverts d'une production cryptogamique que M. Lichtenstein vous avait adressés pour nous être remis. Ces pucerons appartiennent au cycle de développement du *Tetraneura rubra*, espèce décrite l'année dernière par M. Lichtenstein et qui détermine les galles rouges de l'orme. Ces insectes, dépourvus de suçoirs, correspondent, chez le Phylloxera, à la génération sexuée issue de l'individu ailé. M. Lichtenstein, qui les a découverts, fait remarquer, dans la Lettre qui accompagne son envoi, que cet insecte a les plus grands rapports avec les Phylloxériens. Il appelle l'attention sur le parasite qui s'est montré sur ces insectes.

» Le champignon est d'une couleur foncée; il est filamenteux, cloisonné et paraît pouvoir être rangé avec certitude dans l'ancien genre *Cladosporium*. Le *mycélium* est assez pâle, ramifié; il occupe l'intérieur du corps de l'insecte. Les *filaments sporifères* sont extérieurs, très foncés, irrégulièrement contournés et à membranes très épaisses; ils sont disposés par bouquets. Les *spores* qui subsistent ne sont qu'en petit nombre; elles sont de tailles assez inégales, simples, biloculaires ou pluriloculaires; leur forme est ovalaire, plus ou moins régulière, allongée; les cloisons sont, en général, toutes parallèles. Sur un œuf de ces insectes, nous avons observé une *pycnide* écrasée, qui n'est autre chose que la forme décrite autrefois sous le nom de *Sphæria mucosa*.

» Les *Cladosporium* sont des *Ascomycètes* dont plusieurs, mais non tous, ont été réunis par Rabenhorst sous le nom générique de *Pleospora*. Quel-

ques-uns d'entre eux sont parasites sur des plantes vivantes, sur des clavaires (*Pleospora clavariarum*), sur le trèfle et la vigne (*Polytrincium trifolii* et *Cladosporium viticolum*); mais le plus grand nombre vit sur les débris organiques en décomposition. On n'en connaît point qui soient parasites sur des animaux vivants. L'espèce la plus commune est le *Pleospora herbarum*, qui, pendant l'hiver, envahit les feuilles tombées à terre. C'est probablement ce *Pleospora* qui s'est développé sur les pucerons de M. Lichtenstein. Ils semblent n'avoir été envahis qu'après leur mort.

» Il n'est pas sans intérêt de rechercher par voie directe si les cadavres des pucerons fourniraient des matières nutritives suffisantes pour le développement de cette espèce ou d'espèces analogues. S'il en était ainsi, la question spécifique perdrait ici beaucoup de son importance.

» Pour le rechercher, nous avons choisi des espèces fort communes, que nous avons semées comparativement dans de l'eau ordinaire et dans de l'eau où avaient été placés des pucerons sacrifiés. Ces espèces étaient les suivantes : *Pleospora herbarum*, *Penicillium glaucum*, *Polyactis cinerea*, *Tricothecium roseum*, *Mucor bifidus*, etc.

» Dans tous ces cas, le résultat fut presque identique. Dans l'eau ordinaire, la germination fut incomplète, très lente ou nulle; dans l'eau rendue nutritive par la présence des pucerons, le développement fut, en général, rapide et vigoureux, terminé par la production de nombreuses spores.

» On sait que ces champignons si répandus ne peuvent se développer sur ces insectes pendant leur vie.

» Parmi les germes qui couvrent l'homme et les animaux, il y a, de même, un grand nombre de *Bactériens* qui attendent pour se développer que l'organisme, frappé de mort, ne leur dispute plus les éléments nutritifs de sa propre substance.

» Ces *Bactéries*, quelque semblables qu'elles soient aux espèces infectieuses, peuvent en être souvent distinguées par un examen attentif et surtout par l'expérience.

» Des faits absolument du même ordre se rencontrent dans le groupe des *Pleospora*, dont les uns sont parasites sur des plantes vivantes rigoureusement déterminées, tandis que d'autres, très semblables en apparence aux premiers, ne peuvent envahir que des végétaux morts.

» C'est sur des pucerons morts que le *Pleospora* de M. Lichtenstein a pu se développer.

» On voit donc que le rôle des champignons qui exercent leur destruction sur une immense échelle vis-à-vis des débris végétaux n'est peut-être

pas négligeable vis-à-vis des animaux de petite taille; ce rôle étant dévolu, chez les grands animaux, aux Algues du groupe des Bactériacées.

» La conclusion définitive sur le parasite observé par M. Lichtenstein, c'est que ce parasite ne paraît pas devoir exercer une influence notable sur la multiplication du Phylloxera.

» Un champignon fort analogue, sinon identique, avait été rencontré par l'un de nous sur le Phylloxera lui-même et n'a pas déterminé d'effets appréciables (1) sur son extension dans les vignobles. »

M. D. Carrère adresse un nouveau Mémoire sur la résolution de l'équation du sixième degré, quand toutes les racines sont imaginaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. C. Tornborg adresse des échantillons d'ambre jaune, formés de débris agglomérés sans le secours de corps étrangers.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Berthelot.)

M. L. Pilleux adresse une nouvelle rédaction de sa Note relative à la thermo-électricité.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. G. Zamboni adresse une Note relative à un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. P. Appell, M. Codron obtiennent l'autorisation de retirer du Secrétariat divers Mémoires sur lesquels il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel dépose sur le Bureau de l'Académie le Rapport de M. *Ch. André* sur les opérations de la mission de Nouméa.

Ce tirage à part est extrait de la seconde Partie du Tome II des « Documents relatifs au passage de Vénus ».

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 723.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice biographique sur *Michel Chasles*, publiée dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne, et contenant une énumération détaillée des divers travaux de notre illustre confrère;

2° Un Rapport de M. *Hébert* à la Commission pour l'unification de la nomenclature géologique (Congrès géologique international, session de Bologne).

M. G. Tempel, M. Birckel adressent leurs remercîments à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations linéaires, par le moyen des fonctions abéliennes*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Soient $F(\xi, \eta)$, $F_1(\xi, \eta)$ deux fonctions abéliennes quelconques. Posons

$$x = F, \quad y = F_1, \quad z_1 = \sqrt[3]{\frac{dF}{d\xi}\frac{dF_1}{d\eta} - \frac{dF_1}{d\xi}\frac{dF}{d\eta}}, \quad z_2 = \xi z_1, \quad z_3 = \eta z_1;$$

l'équation linéaire

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} z & z_1 & z_2 & z_3 \\ \frac{dz}{dx} & \frac{dz_1}{dx} & \frac{dz_2}{dx} & \frac{dz_3}{dx} \\ \frac{d^2 z}{dx^2} & \frac{d^2 z_1}{dx^2} & \frac{d^2 z_2}{dx^2} & \frac{d^2 z_3}{dx^2} \\ \frac{d^3 z}{dx^3} & \frac{d^3 z_1}{dx^3} & \frac{d^3 z_2}{dx^3} & \frac{d^3 z_3}{dx^3} \end{vmatrix} = 0,$$

qui a pour intégrales

$$z = z_1, \quad z = z_2, \quad z = z_3,$$

a pour coefficients des fonctions abéliennes de ξ et de η, et par conséquent des fonctions algébriques de x et de y.

» Posons maintenant

$$t_1 = \sqrt[3]{\frac{dF}{dX}\frac{dF_1}{dY} - \frac{dF_1}{dX}\frac{dF}{dY}},$$

$$t_2 = X t_1, \quad t_3 = Y t_1, \quad \xi = a LX, \quad \eta = b LY,$$

d'où

$$t_1 = z_1 abe^{-\frac{\xi}{3a} - \frac{\eta}{3b}}, \quad t_2 = z_1 abe^{\frac{2\xi}{3a} - \frac{\eta}{3b}}, \quad t_3 = z_1 abe^{-\frac{\xi}{3a} + \frac{2\eta}{3b}};$$

l'équation linéaire

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} z & t_1 & t_2 & t_3 \\ \frac{dz}{dx} & \frac{dt_1}{dx} & \frac{dt_2}{dx} & \frac{dt_3}{dx} \\ \frac{d^2z}{dx^2} & \frac{d^2t_1}{dx^2} & \frac{d^2t_2}{dx^2} & \frac{d^2t_3}{dx^2} \\ \frac{d^3z}{dx^3} & \frac{d^3t_1}{dx^3} & \frac{d^3t_2}{dx^3} & \frac{d^3t_3}{dx^3} \end{vmatrix} = 0,$$

qui a pour intégrales

$$z = t_1, \quad z = t_2, \quad z = t_3,$$

a ses coefficients algébriques en x et en y.

» Les fonctions abéliennes F et F_1 permettent donc d'intégrer une infinité d'équations différentielles linéaires du troisième ordre à coefficients algébriques, car l'équation (1) contient un paramètre arbitraire y et l'équation (2) en contient trois, a, b et y.

» On pourrait se proposer de former toutes les équations à coefficients *rationnels* qui peuvent s'intégrer par ce procédé, mais ce problème nous entraînerait bien loin; je me bornerai donc à former les *groupes* de ces équations. Voici ce que j'entends par là.

» Le groupe de l'équation proposée sera le groupe des substitutions linéaires que subissent les intégrales quand x décrit un contour quelconque, et celles de ces transformations qui correspondent à un contour infiniment petit décrit autour d'un point singulier formeront la base du groupe. On arrive ainsi aux résultats suivants :

» *Premier cas, équations* (1). — Soient u_1, u_2, u_3 les trois intégrales, et supposons qu'on ait convenablement choisi u_3; les opérations qui formeront la base du groupe G cherché seront de la forme

$$(u_1, u_2, u_3, \ \alpha_i u_1 + \beta_i u_2 + \gamma_i u_3, \ \alpha'_i u_1 + \beta'_i u_2 + \gamma'_i u_3, \ \gamma''_i u_3).$$

» S'il y a n points singuliers, on donnera à i successivement les valeurs $1, 2, \ldots, n$.

» Le groupe g dérivé des opérations,

$$(u_1, u_2, \ \alpha_i u_1 + \beta_i u_2, \ \alpha'_i u_1 + \beta'_i u_2),$$

sera d'ordre fini. Si, en combinant d'une certaine manière les opérations du groupe g, on obtient l'opération dite *unité*,

$$(u_1, u_2, \ u_1, u_2),$$

en combinant *de la même manière* les opérations de G on obtiendra la substitution

$$(u_1, u_2, u_3, \; u_1 + \Gamma_k u_3, \; u_2 + \Gamma'_k u_3, \; \Gamma''_k u_3).$$

» Le système des quantités

$$\frac{\Gamma_k}{\Gamma''_k}, \quad \frac{\Gamma'_k}{\Gamma''_k}$$

devra satisfaire à des conditions telles, qu'elles représentent un système de périodes d'une certaine fonction abélienne. Telles sont les conditions auxquelles sont assujettis les groupes des équations (1), quand les coefficients de ces équations sont rationnels.

» *Second cas, équations* (2). — Les opérations qui servent de base au groupe G cherché sont de la forme

$$(u_1, u_2, u_3, \; \alpha_i u_2, \; \beta_i u_3, \; \gamma_i u_1),$$

et les α_i, β_i et γ_i sont des quantités telles, que l'on puisse trouver deux nombres a et b de telle sorte que le système des nombres

$$\begin{matrix} a\,\mathrm{L}\dfrac{\alpha_i\beta_j\gamma_k}{\gamma_i\alpha_j\beta_k}, & b\,\mathrm{L}\dfrac{\beta_i\gamma_j\alpha_k}{\gamma_i\alpha_j\beta_k}, \\ 2i\pi, & 0, \\ 0, & 2i\pi \end{matrix}$$

puisse représenter un système de périodes d'une certaine fonction abélienne.

» Il va sans dire que, si, au lieu d'envisager des fonctions abéliennes de deux variables, on avait considéré des fonctions de p variables, on aurait intégré une infinité d'équations du $(p+1)^{\text{ième}}$ ordre à coefficients algébriques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formules de représentation des fonctions.* Note de M. P. du Bois-Reymond, présentée par M. Hermite.

« La Note intéressante de M. C. Jordan sur la série de Fourier, insérée au Cahier du 31 janvier 1881 des *Comptes rendus*, a trait à des questions auxquelles j'ai voué des recherches assidues, et je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de lui présenter un résumé succinct de mes résultats.

» Les formules de représentation de Fourier, ses séries et son intégrale double sont des cas spéciaux de certains théorèmes de Calcul intégral,

qu'il est utile de prendre pour base, afin de ne pas envisager des propriétés communes à des classes étendues de formules de représentation comme émanant de la nature intime de celles de Fourier.

» 1. J'appellerai *intégrales représentantes* les intégrales $\int_0^a d\alpha\,\Phi(\alpha,h)$, qui, telles que $\int_0^a d\alpha\,\alpha h^2 e^{-h\alpha}$, $\int_0^a d\alpha\,\frac{\sin\alpha h}{\alpha}$, ont, pour h croissant à l'infini, une valeur limite indépendante de a. Pour $0 < a < b$, il s'ensuivra

$$\lim\int_a^b d\alpha\,\Phi(\alpha,h) = 0.$$

» En désignant par $f(x)$ ce que l'on entend communément par *fonction arbitraire*, on a ces formules fondamentales :

$$\text{(A)}\qquad \lim\int_a^b d\alpha f(\alpha)\,\Phi(\alpha,h) = 0,$$

$$\text{(B)}\qquad \lim\int_0^a d\alpha f(\alpha)\,\Phi(\alpha,h) = f(0)\lim\int_0^a d\alpha\,\Phi(\alpha,h).$$

» Or il s'agit d'établir, relativement à $f(x)$, des conditions aussi larges que possible, mais précises et discutables, pour que ces formules subsistent.

» 2. La formule (A) n'offre plus de difficultés; sa théorie est en règle. Elle est un théorème de Calcul intégral d'une généralité remarquable, $f(x)$ ne subissant d'autre restriction que celle d'être intégrable ([1]). Il en est de même de la formule (B) pour $\Phi(x,h)$ donnant une $\lim\int_0^a d\alpha\,\mathrm{mod}\,\Phi(\alpha,h)$ finie. Alors il suffit que $f(0) = \lim_{x=0} f(x)$ soit déterminée et $f(x)$ intégrable. Quant au reste des intégrales représentantes, il est probable que chacune a sa théorie particulière. Mais on peut essayer d'établir des conditions collectives pour des classes de ces intégrales, qui pourraient même jouir du caractère de conditions nécessaires en ce sens que, si elles ne sont pas remplies, il se trouvera dans la classe des individus qui ne représenteront pas la fonction.

» 3. L'égalité (B) subsistera toujours et pour toutes les fonctions $\Phi(x,h)$, vérifiant la condition du n° 1, si les différences de $f(x)$ ne changent pas de signe entre $x = 0$ et $x = \varepsilon$, ε étant aussi petit que l'on voudra. Il s'ensuit que (B) aura encore lieu si $f(x) = \varphi(x) - \psi(x)$, les

([1]) *Journal de Borchardt*, t. 79, p. 41.

différences de $\varphi(x)$ et de $\psi(x)$ étant constamment non positives entre $x = 0$ et $x = \varepsilon$. Sous l'hypothèse que $f(x)$ a une dérivée intégrable $f'(x)$, cette condition équivaut à celle de la convergence de l'intégrale

$$\int_0^\varepsilon d\alpha \operatorname{mod} f'(\alpha) \text{ (1)}.$$

» 4. Cela posé, en appliquant l'intégration par parties à l'intégrale $\int_0^a d\alpha f(\alpha)\,\Phi(\alpha, h)$, une subdivision des fonctions $\Phi(x, h)$ s'accuse, qui nous fait connaître un nouveau genre de conditions pour l'arbitraire $f(x)$. En effet, $x\,\Phi(x, h)$ s'annulant avec x et ne dépassant pas des limites finies pendant que h croît à l'infini, (B) aura toujours lieu quand l'intégrale

$$J = \int_0^\varepsilon d\alpha \operatorname{mod} \frac{d}{d\alpha}\frac{1}{\alpha}\int_0^\alpha d\beta f(\beta) = \int_0^\varepsilon d\alpha \operatorname{mod}\left[\frac{f(\alpha)}{\alpha} - \frac{1}{\alpha^2}\int_0^\alpha d\beta f(\beta)\right]$$

est convergente. Je vais montrer d'abord que cette nouvelle condition contient celle du n° 3, et ensuite j'en tirerai une condition plus spéciale, remarquable par sa simplicité.

» 4*a*. Supposons les différences de $f(x)$ entre $x = 0$ et $x = \varepsilon$ constamment non positives, de sorte que

$$\frac{d}{dx}\frac{1}{x}\int_0^x d\beta f(\beta) = \frac{f(x)}{x} - \frac{1}{x^2}\int_0^x d\beta f(\beta) = \frac{f(x) - f(\xi)}{x} \leqq 0, \quad 0 \leqq \xi \leqq x.$$

On observera que, dans $\frac{d}{dx}\frac{1}{x}\int_0^x d\beta f(\beta) = \frac{df(\xi)}{dx}$, le second membre est intégrable si $f(x)$ l'est. En outre, $\int_0^\varepsilon d\alpha \frac{df(\xi)}{d\alpha}$ est finie. Alors, puisque l'intégrale $\int_0^\varepsilon d\alpha \frac{d}{d\alpha}\frac{1}{\alpha}\int_0^\alpha d\beta f(\beta)$ est finie et que sa différentielle ne change pas de signe, l'intégrale J est nécessairement convergente.

» 4*b*. Posant

$$\begin{aligned} J &= \int_0^\varepsilon d\alpha \operatorname{mod}\left[\frac{f(\alpha)}{\alpha} - \frac{1}{\alpha^2}\int_0^\alpha d\beta f(\beta)\right] \\ &\leqq \int_0^\varepsilon \frac{d\alpha}{\alpha} \operatorname{mod}[f(\alpha) - f(0)] + \int_0^\varepsilon \frac{d\alpha}{\alpha^2} \operatorname{mod}\int_0^\alpha d\beta\,[f(\beta) - f(0)], \end{aligned}$$

---

(1) *Journal de Borchardt*, t. 79, p. 55.

on pourra discuter la condition $J < \infty$ sous un double point de vue, selon que l'on considère la première ou la seconde de ces expressions. Nous nous bornerons à examiner la somme des modules. Je suppose l'intégrale $\int_0^\iota \frac{d\alpha}{\alpha} \operatorname{mod}[f(\alpha) - f(o)]$ convergente. Si d'ailleurs, dans

$$\int_0^\iota \frac{d\alpha}{\alpha^2} \operatorname{mod} \int_0^\alpha d\beta\, [f(\beta) - f(o)] \leqq \int_0^\iota \frac{d\alpha}{\alpha^2} \int_0^\alpha d\beta \operatorname{mod}[f(\beta) - f(o)],$$

l'intégrale du second membre est convergente, celle du premier l'est aussi.

» On établit la convergence du second membre en l'écrivant

$$\lim_{\nu=0} \int_\nu^\iota \frac{d\alpha}{\alpha^2} \int_0^\alpha d\beta \operatorname{mod}[f(\beta) - f(o)]$$

et en le transformant selon la formule

$$\int_a^b d\alpha u . v = u_a \int_a^b v\, d\alpha + \int_a^b d\alpha u' \int_a^b d\beta v, \quad u = \int_0^\alpha d\beta \operatorname{mod}[f(\beta) - f(o)], \quad v = \frac{1}{\alpha^2}.$$

On obtient ainsi ce théorème :

» *Soit* $\lim \int_0^a d\alpha\, \Phi(\alpha, h)$ *indépendant de* a,

$$\lim_{x=0} x\, \Phi(x, h) = 0, \quad \lim_{h=\infty} x\, \Phi(x, h) \text{ finie;}$$

soit encore $f(x)$ *intégrable et*

$$\int_0^a \frac{d\alpha}{\alpha} \operatorname{mod}[\psi(\alpha) - f(o)]$$

convergente; on aura toujours

$$\lim \int_0^a d\alpha f(\alpha)\, \Phi(\alpha, h) = f(o) \lim \int_0^a d\alpha\, \Phi(\alpha, h).$$

» Quelques notions, qui, quoique bien simples, ne laissent pas d'avoir de l'importance, serviront à l'intelligence de ces conditions, ainsi qu'il sera expliqué dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Étude de la vapeur de bisulfhydrate d'ammoniaque.* Note de M. ISAMBERT.

« Le bisulfhydrate d'ammoniaque pur et sec émet, dans le vide, des vapeurs dont la force élastique maximum, constante à une même température, va en croissant avec la température. Ces forces élastiques se déterminent facilement, en introduisant le sulfhydrate dans un tube barométrique, ou bien à l'aide d'un manomètre à air libre. Le mercure n'est pas sensiblement attaqué. Le Tableau suivant montre comment cette tension de vapeur varie avec la température et permet de représenter par une courbe la marche du phénomène.

Températures.	Tensions de vapeur de $AzH^3H^2S^2$.	Températures.	Tensions de vapeur de $AzH^3H^2S^2$.	Températures.	Tensions de vapeur de $AzH^3H^2S^2$.
o	mm	o	mm	o	mm
4,2.......	132	18,0.......	322	33,2......	804
6,1.......	142	22,0.......	410	35,6.	919
7,9.......	159	25,1.......	501	37,9......	1062
9,5.......	175	28,0	588	39,3......	1156
10,1.......	184	30,9.......	696	42,0......	1353
12,0.......	212	32,1.......	748	44,4......	1560
15,0.......	259	32,6.......	772		

» En construisant cette courbe, on voit qu'elle se rapproche beaucoup et coïncide presque à partir de 25°, dans une grande étendue, avec celle qui représente les tensions de dissociation du chlorure de calcium ammoniacal $CaCl, 4AzH^3$ [1].

» En présence d'un gaz tel que l'hydrogène ou l'azote, les tensions maxima conservent les mêmes valeurs aux mêmes températures, la pression totale étant la somme des pressions du gaz et du sulfhydrate. Il n'en est plus ainsi en présence de l'acide sulfhydrique ou du gaz ammoniac; la pression totale est alors très notablement inférieure à la somme de la pression des gaz libres et de la tension maximum de vapeur du bisulfhydrate, ainsi que l'établissent les mesures que nous citerons prochainement.

» Ces résultats peuvent s'interpréter de deux manières : ou le bisulfhydrate d'ammoniaque solide absorbe les gaz composants comme il le fait au-dessous de zéro, d'après les expériences de Bineau et de MM. Deville et

---

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*, t. V, 1868.

Troost, ou bien la présence de ces gaz diminue la tension de vapeur du sulfhydrate. Cette seconde hypothèse est confirmée par l'expérience pour les températures auxquelles ont été faites mes déterminations. Si, en effet, j'introduis dans une éprouvette dont les parois sont recouvertes de bisulfhydrate solide 100^{cc} d'acide sulfhydrique à 17°, je trouve, après vingt-quatre heures de contact, que le volume ramené à la même pression est de 101^{cc}, formés de 100^{cc} d'acide sulfhydrique et de 1^{cc} de vapeur de sulfhydrate, sans rien préciser sur l'état de cette vapeur. Avec le gaz ammoniac, j'ai obtenu des résultats de même nature.

» En diminuant dans le mélange gazeux la tension de l'acide sulfhydrique ou du gaz ammoniac, on arrive aux mêmes conclusions, seulement la tension de vapeur du bisulfhydrate augmente quand la tension des gaz composants diminue : ainsi 56^{cc} d'acide sulfhydrique et 44^{cc} d'hydrogène, laissés vingt-quatre heures en contact dans une éprouvette avec du bisulfhydrate solide à 16°, ont donné 112^{cc}, formés de 56^{cc} d'acide sulfhydrique, 44^{cc} d'hydrogène et 12^{cc} de vapeur de bisulfhydrate ou des produits de sa décomposition. Le résultat reste le même si dans le mélange le gaz ammoniac remplace l'acide sulfhydrique.

» A cette même température, dans l'hydrogène, l'augmentation de volume eût été de 70^{cc} environ. Ces analyses établissent que la tension maximum du bisulfhydrate d'ammoniaque en présence de ses éléments est inférieure à ce qu'elle serait à la même température dans le vide ou dans l'hydrogène.

» Pour étudier cette influence à diverses températures et à diverses pressions, je me suis servi de divers tubes barométriques d'assez grand diamètre, que j'ai jaugés, puis purgés d'air et d'humidité par l'ébullition du mercure ; dans ces tubes j'ai d'abord préparé directement du bisulfhydrate, puis introduit un excès connu de l'un des gaz composants; l'un des tubes ne renfermant pas un excès de gaz servait de terme de comparaison. Le volume occupé par les gaz à diverses températures et à diverses pressions permettait de calculer la pression propre à ces gaz dans le mélange. J'ai fait ainsi de nombreuses mesures, dont voici quelques exemples :

		Tension				
Températures.	Pression barométrique.	de $AzH^3H^2S^2$ dans le vide.	de HS.	de $AzH^3H^2S^2$ correspondante.	de HS.	de $AzH^3H^2S^2$ correspondante.
o	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4,1	765	126	144,0	41,0	393,4	13,6
7,0 ..	753	155	135,7	67,3	386,8	27,2

Températures.	Pression barométrique,	Tension				
		de $AzH^3H^2S^2$ dans le vide.	de HS.	de $AzH^3H^2S^2$ correspondante.	de HS.	de $AzH^3H^2S^2$ correspondante.
o	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10,1	734	184	126,6	93,4	379,1	35,9
12,0	754	212	126,2	118,6	383,0	50,0
15,0	748,5	259	118,5	164,4	375,8	78,2
17,3	753	300	111,2	205,8	366,0	107,0
19,3	753	349	104,9	251,1	357,7	138,3
22,0	751	410	96,1	318,9	342,0	191,0
23,1	754	450	93,2	357,8	332,3	228,7
25,1	753	501	86,1	416,9	319,7	276,3

Températures.	Pression barométrique.	Tensions						
		maxima de $AzH^3H^2S^2$ dans le vide.	de AzH^3.	de $AzH^3H^2S^2$ correspondante.	de AzH^3.	de $AzH^3H^2S^2$.	de AzH^3.	de $AzH^3H^2S^2$.
o	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
4,1...	765	126	341,2	28,8	390,3	17,7	127,1	52,9
7,0...	753	155	336,6	38,4	384,0	27,0	119,8	78,2
10,1...	734	184	325,5	54,5	372,8	43,2	112,0	103,0
12,2...	754	212	328,7	69,3	376,7	57,3	114,0	129,6
15,0...	748,5	259	321,2	99,8	367,9	89,1	104,2	179,8
17,3...	753	301	312,5	128,5	360,2	111,8	98,5	219,5
19,3...	753	349	304,1	159,9	348,9	148,1	93,4	261,6
22,0...	751	410	289,0	215,0	332,7	201,3	86,0	328,0
23,1...	754	450	281,6	247,4	320,6	235,4	82,3	368,7
25,1 ..	753	501	270,9	292,1	310,0	285,0	77,2	426,8

» En construisant les courbes qui résument les données de ces deux Tableaux, on reconnaît que l'action des deux gaz acide sulfhydrique ou ammoniac est sensiblement la même; en outre, les tensions maxima du bisulfhydrate à une même température diminuent rapidement quand la tension des gaz composants augmente.

» La pression totale due à un mélange de sulfhydrate avec l'un de ses éléments est supérieure à la tension de vapeur du sulfhydrate seul; mais, à une température un peu élevée, une tension de 80^{mm} d'acide sulfhydrique ou d'ammoniaque donne une tension totale qui surpasse à peine la tension de vapeur du bisulfhydrate seul. Quelle que soit l'interprétation théorique à donner à ces résultats purement expérimentaux, ils offrent par eux-mêmes un certain intérêt, puisqu'ils établissent que le bisulfhydrate d'ammoniaque est moins volatil en présence de ses éléments que dans le vide ou dans un gaz inerte tel que l'hydrogène. Ils ne permettent, par eux

seuls, de rien établir au sujet de la constitution de la vapeur émise par le bisulfhydrate d'ammoniaque, mais ils ne sont pas particuliers à ce corps; le composé formé par l'union de l'acide carbonique et du gaz ammoniac se comporte d'une manière semblable en présence de ses éléments.

» J'espère faire connaître prochainement d'autres expériences permettant de discuter l'importante question de la constitution de la vapeur émise par ces composés ammoniacaux. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chlorures, bromures et iodures de soufre.* Note de M. **J. Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« 1. *Chlorure de soufre.* — J'ai déterminé la chaleur de formation du chlorure de soufre par l'union directe des deux gaz dans le calorimètre, expérience qui présente d'ailleurs d'assez grandes difficultés, en raison de la lenteur de la réaction. Cette synthèse a été effectuée dans un petit appareil de verre contenant de 1^{gr} à 3^{gr} de soufre, sur lequel on faisait arriver un courant de chlore pur déplacé par un gazomètre, l'appareil étant clos : condition indispensable, car, dans un courant régulier de chlore, le chlorure de soufre, malgré sa faible tension de vapeur, est entraîné en proportion considérable.

» La réaction

$$S^2 \text{ sol.} + Cl \text{ gaz} = S^2Cl \text{ liq. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots + 8^{Cal},8.$$

» Pour rapporter cette réaction à l'état gazeux, j'ai mesuré la chaleur spécifique et la chaleur de vaporisation. La chaleur spécifique entre + 70° et + 12° a été trouvée égale à 0,220 (1).

» La chaleur de vaporisation (2), rapportée à $S^4Cl^2 = 4^{vol}$, a fourni les nombres 6,65 et 6,68; moyenne, 6,665. On a donc, pour la chaleur de formation du chlorure de soufre gazeux,

$$2\,S^2 \text{ sol.} + Cl^2 \text{ gaz} = (S^2Cl^2) \text{ gaz dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots + 5\quad,5 \times 2.$$

(1) Regnault a donné 0,204 entre + 5° et + 20°.

(2) Ces mesures ont été effectuées sur le chlorure de soufre pur, bouillant à 136°, et analysé par la méthode de Carius; j'observerai, à ce propos, que ces dosages n'ont donné la somme du chlore et du soufre qu'à la condition d'employer l'acide nitrique fumant. Avec l'acide concentré ordinaire, il y a toujours une perte très notable sur le poids du soufre, perte que j'attribue à la formation d'un peu d'acide hyposulfurique qui échappe au dosage.

» Tous les corps étant gazeux, on aurait

$$2S^2 + Cl^2 = 2(S^2Cl) \dots\dots\dots\dots \quad + 16^{Cal},2.$$

» Il serait intéressant de comparer ce chiffre avec la chaleur de formation d'un autre composé du soufre et du chlore; mais de tels composés semblent n'exister qu'à l'état de dissociation très avancée; c'est ce que j'ai d'ailleurs vérifié par les épreuves suivantes.

» 2. *Dissolution du chlore dans le chlorure de soufre.* — La quantité de chlore qu'on peut dissoudre dans le chlorure de soufre à la température des expériences calorimétriques est peu considérable : je n'ai pas dépassé $\frac{1}{4}$ d'équivalent. J'ai trouvé ainsi en moyenne le chiffre $+ 2^{Cal},9$, rapporté à Cl. Ce nombre est très faible et du même ordre que la chaleur de dissolution des gaz dans les liquides. Ces faits et ces mesures tendent à faire penser que le chlorure S^2Cl^2 n'existe pas à la température ordinaire, sinon dans un état de dissociation presque complet.

» 3. *Bromure de soufre.* — La chaleur de formation du bromure S^2Br s'obtient très facilement par synthèse directe. J'ai trouvé

S^2 sol. + Br liq. dégage . . . . $+ 0^{Cal},99$, $+ 1^{Cal},00$ et $+ 1^{Cal},02$,
Moyenne . . . . $+ 1^{Cal},0$,

ou, à partir du brome gazeux et du soufre gazeux,

$$S^2\text{sol.} + Br\,\text{gaz} = S^2Br\,\text{liq} \dots\dots\dots\dots \quad + 5^{Cal},0.$$

Ce chiffre, pour être comparé au chlorure gazeux, devrait être diminué de la chaleur de vaporisation du bromure de soufre, quantité qui n'a pu être mesurée : on sait, en effet, que ce corps ne peut être distillé sans altération.

» L'addition d'un deuxième équivalent de brome au bromure de soufre a nettement dégagé une très petite quantité de chaleur, soit $+ 0^{Cal},25$ et $+ 0^{Cal},24$, tandis que le troisième équivalent n'a produit aucune variation thermique. S'il existe un second bromure, il est donc formé avec un dégagement de chaleur très petit à partir du premier, comme pour le chlorure.

» 4. *Iodure de soufre.* — L'iodure de soufre solide S^2I est formé à partir des éléments avec un effet thermique très sensiblement nul, ainsi qu'il résulte des expériences suivantes. D'une part, j'ai mélangé des solutions d'iode et de soufre dans le sulfure de carbone, et je n'ai observé aucun dégagement de chaleur. D'autre part, la dissolution du produit tout formé

$$S^2I + 130^{éq}CS^2 \text{ absorbe} \dots\dots\dots\dots \quad - 2^{Cal},8.$$

Or ce nombre est précisément égal à la somme des chaleurs de dissolution de l'iode et du soufre dans le sulfure de carbone, $1^{éq}$ d'iode absorbant, d'après mes propres essais ([1]), $-2^{Cal},4$, et $2^{éq}$ de soufre absorbant, d'après M. Berthelot ([2]), $-0^{Cal},4$. Le composé employé avait d'ailleurs les caractères d'un corps défini; il serait donc formé avec un dégagement de chaleur très voisin de zéro, les éléments étant solides, mais qui s'élèverait à $+5^{Cal},4$ à partir de l'iode gazeux et à $+8^{Cal},3$ à partir de l'iode et du soufre gazeux. Ces nombres ne sont d'ailleurs pas directement comparables avec les chiffres relatifs au bromure et au chlorure, ces deux corps étant liquides, tandis que l'iodure est solide.

» Le Tableau suivant résume tous ces résultats, rapportés au soufre solide :

	Composé solide.	Composé liquide.	Composé gazeux.
	Cal	Cal	Cal
S^2 + Cl gaz..................	»	+ 8,8	+ 5,5
S^2 + Br gaz..................	»	+ 5,0	»
+ Br liq..................	»	+ 1,0	»
+ Br sol..................	»	+ 0,9	»
S^2 + I gaz..................	+ 5,4	»	»
+ I sol..................	+ 0,0	»	» ([3]). »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du* Tricuspidaria nodulosa *ou* Triænophorus nodulosus *de Rudolphi, et sur son Cysticerque.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Une véritable épidémie parasitaire qui règne en ce moment sur les Perches de la Seine (*Perca fluviatilis* L.) m'a fourni l'occasion d'étudier dans toutes ses phases de développement un curieux Cestoïde qu'on n'avait pas encore vu en France, mais qui paraît être très commun de l'autre côté du Rhin, dans les Pays-Bas et en Angleterre.

» Ce parasite tænioïde est le *Tricuspidaria nodulosa* ou *Triænophorus nodulosus* de Rudolphi, ainsi nommé parce que, au lieu des quatre ventouses que présentent les Tænias, il porte à la même place quatre griffes tricuspides ou tridentées, à pointes dirigées en arrière, qui remplissent le même

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 84.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 462.

([3]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

but. Ce Ver plat n'est pas distinctement segmenté, mais irrégulièrement plissé et étranglé dans sa longueur, d'où son nom de *nodulosa*.

» Les entomologistes allemands ont rencontré très fréquemment ce Ver dans l'intestin du Brochet, de la Truite, de l'Ombre, de la Perche, du Chabot, etc., et aussi dans des kystes du foie ou du péritoine des mêmes Poissons.

» Toutes les Perches de Seine que je me procure depuis quelque temps ont le foie percé de ces kystes, qui varient de volume depuis celui d'une tête d'épingle à celui d'un pois. L'incision des plus volumineux de ces kystes les montre bourrés de petits Vers plats et étroits, pelotonnés, très vivants, dont les plus grands portent l'armature caractéristique des Triænophores. En examinant au microscope la face interne du kyste, on se rend compte que chacun de ces kystes est un Cysticerque d'un type particulier et nouveau, et l'on voit alors suivant quel mode les Triænophores se développent; la face interne de ce Cysticerque est couverte de bourgeons, soit isolés, soit bi, tri ou quadrigéminés; ces bourgeons ont de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$ jusqu'à $\frac{50}{100}$ et $\frac{75}{100}$ de millimètre de diamètre; d'abord sessiles et hémisphériques, ils deviennent de plus en plus saillants et sphériques, se pédiculisent comme les Échinocoques, puis s'allongent en longs boudins plissés dans leur longueur et ne présentant à leur extrémité nulle trace de scolex invaginé. Ces corps cylindriques se détachent de la paroi du Cysticerque par la rupture du pédoncule et continuent à s'allonger par l'étirement de la partie antérieure, à l'extrémité de laquelle se montre enfin l'armature du Triænophore, c'est-à-dire les quatre griffes tricuspides.

» Les Triænophores que l'on trouve ainsi dans les kystes du foie ou du péritoine, quoique ayant quelquefois $0^m,05$ à $0^m,06$ de longueur et à peine 1^{mm} de large, ne sont pas sexués, ce qu'avait déjà constaté Diésing; mais on les trouve souvent adultes et ovigères dans les intestins des mêmes Poissons porteurs de ces kystes sous-péritonéaux; par quelle voie retournent-ils dans l'intestin du Poisson qui les a nourris à l'état larvaire? Dans certaines des Perches que j'ai ouvertes, et dont le foie ne présentait pas de kystes, mais des sortes d'indurations blanchâtres, traces sans doute de kystes en voie de résorption, j'ai trouvé des Triænophores cheminant à travers le parenchyme de l'organe, ou dans les canaux biliaires dilatés et se dirigeant vers le canal cholédoque. (Dans les nombreux foies que j'ai conservés dans l'alcool, portant ou non des kystes, sur quelques-uns de ces derniers on voit distinctement, sous la capsule d'enveloppe, des Triænophores libres suivant la direction indiquée.) Il se passe ici le même phénomène que celui

qu'on observe en étudiant le développement des Spiroptères chez les Hérissons, les Taupes, les Lézards, etc., et les Sclérostomes chez le Cheval : on sait que, chez ces animaux, les Helminthes en question passent la période larvaire dans des kystes sous-muqueux ou sous-péritonéaux et qu'ils rentrent dans l'intérieur du tube digestif lorsque le moment de se sexuer approche.

» Je ne doute pas un instant que, si de grands Poissons carnassiers viennent à dévorer des Chabots ou des Perches porteurs de kystes à Triænophores larvaires, leur intestin devienne, pour ce parasite, un milieu très favorable à l'achèvement de leur dernière métamorphose, mais cette émigration n'est pas indispensable pour arriver à cette fin, pas plus pour les Triænophores que pour d'autres Tænias que j'ai déjà observés, comme par exemple le *Tænia pectinata* du Lapin, dérivant du propre Cysticerque de ce Rongeur, le Cysticerque pisiforme, évolution qui vient d'être de nouveau constatée par M. le Dr Laborde. »

ZOOLOGIE. — *Études sur quelques points de l'anatomie du* Sternaspis scutata. Note de M. **Max. Rietsch**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards [1].

« Le *Sternaspis scutata* (Ranzani) est une Annélide chétopode dont la description zoologique a été donnée, il y a longtemps déjà, par M. Max. Mueller (*Dissertatio inauguralis;* Berlin, 1852); mais l'étude anatomique n'a été qu'ébauchée et laissait beaucoup de lacunes que j'espère pouvoir combler, grâce aux nombreux exemplaires provenant soit du cap Breton (golfe de Gascogne), soit du golfe de Marseille, et mis très obligeamment à ma disposition par M. le professeur Marion.

» Le *Sternaspis* mesure à peu près $0^{m},030$ de longueur et $0^{m},010$ de largeur; son corps, atténué antérieurement à l'état de repos, est renflé en avant et en arrière, et rétréci au milieu, quand l'animal, pour se mouvoir, projette en avant la portion antérieure rétractile de son corps; celle-ci porte trois rangées de soies qui sont interrompues sur les lignes dorsale et ventrale, et qui peuvent être cachées par l'invagination de la région antérieure du tronc. La bouche, un peu ventrale, est surmontée en avant d'une petite proéminence homologue du lobe céphalique et indiquant la place occupée par les ganglions cérébroïdes. Dans la région postérieure, on remarque un bou-

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de Zoologie marine de Marseille, dirigé par le professeur Marion.

clier ventral bordé de faisceaux de soies, sauf sur son bord antérieur; au-dessus de son bord postérieur est placé l'anus un peu dorsal que surmontent les deux plaques cribreuses de forme ovale et garnies de nombreux filaments branchiaux. Vers le tiers antérieur et sur la face ventrale on distingue deux petits appendices coniques, perforés suivant leur axe: ce sont les terminaisons externes des organes génitaux. Il existe encore de petits faisceaux de soies dans la région médiane et ventrale du corps, mais ils n'apparaissent pas au dehors.

» Les téguments consistent en une couche fibreuse épaisse et résistante, striée parallèlement à la surface, recouverte extérieurement d'une couche de poils qui semblent seuls représenter l'épiderme, et tapissée intérieurement d'une assise granuleuse dans laquelle on réussit parfois à distinguer des noyaux; de cette couche, qui confine intérieurement aux muscles, on voit partir de nombreux filaments plus ou moins ondulés, traversant perpendiculairement la zone fibreuse et allant se terminer dans les poils; le chlorure d'or, employé d'après la méthode de M. Rànvier, leur donne une coloration violette intense, ainsi qu'à la couche granuleuse, tandis que la zone fibreuse reste presque incolore; je crois pouvoir considérer ces filaments comme des terminaisons nerveuses.

» On rencontre plus en dedans une couche externe de fibres musculaires transversales, puis une couche interne de fibres longitudinales, lesquelles s'insèrent sur les lignes rentrantes qui limitent les anneaux. Je me borne ici à signaler encore le puissant développement des muscles rétracteurs, constitués surtout par deux faisceaux placés sur les côtés du cordon nerveux, et dont les fibres s'implantent en avant à la base des soies antérieures et en arrière sur la face ventrale des téguments; ces fibres sont de longueurs inégales; il en est qui atteignent le bouclier. Ces muscles déterminent l'invagination de la partie antérieure du tronc, dont la protraction est amenée par les muscles transversaux postérieurs, lesquels, en se contractant, chassent en avant le fluide de la cavité générale.

» Le tube digestif chemine d'abord d'avant en arrière, se recourbe près des plaques cribreuses, revient en avant, puis retourne encore en arrière pour se terminer à l'anus; il forme de nombreux replis et est en outre contourné irrégulièrement en spirale avec les organes génitaux. On y distingue les régions suivantes : 1° un pharynx protractile, large et court, en forme de bulbe, présentant des bourrelets glanduleux; 2° un œsophage beaucoup plus étroit et plus long; il est analogue par sa structure à l'estomac, mais il est dépourvu de gouttière vibratile, et sa couche épithéliale

moins développée ne possède point de granulations; 3° un estomac notablement plus large que les autres portions de l'intestin, composé du péritoine, d'une faible couche musculaire dont les fibres clair-semées sont les unes longitudinales, les autres transversales, et d'un épithélium glanduleux très développé qui forme des bourrelets longitudinaux proéminents à l'intérieur; à l'origine de l'estomac, on voit naître une gouttière vibratile qui ne s'arrête qu'à la portion terminale de l'intestin; l'estomac sécrète un liquide jaunâtre qui donne une coloration verte par le réactif de Gmelin et une coloration rouge par celui de Petterkoffer; je crois pouvoir le considérer comme étant de la bile; 4° un intestin récurrent et 5° un intestin postérieur, que je distingue surtout l'un de l'autre à cause de leur direction générale et pour la facilité d'une description plus détaillée; leur structure ressemble essentiellement à celle de l'estomac, sauf le moindre développement de l'épithélium qui n'y est plus glanduleux; 6° un intestin terminal protractile, dépourvu de gouttière et présentant la structure de la peau extérieure.

» Le système nerveux se compose de deux ganglions cérébroïdes, d'un large collier embrassant le pharynx et d'un cordon ventral qui s'élargit notablement en arrière sur l'écusson, grâce à un plus grand développement de ses éléments conjonctifs. Ce cordon émet sur sa face ventrale de nombreux nerfs impairs, dirigés en bas et en arrière, qui se bifurquent ensuite en deux branches symétriques. Je n'ai pas encore élucidé complètement la question des relations de ces branches avec la couche granuleuse et avec les filaments nerveux mentionnés plus haut.

» Les filaments branchiaux, dépourvus de cils, ont leur cavité intérieure divisée longitudinalement par une cloison fibro-musculaire; les deux sinus allongés ainsi formés communiquent en anse à l'extrémité libre du filament et se réunissent en un seul canal près du point d'insertion, sur la plaque cribreuse. Chez l'animal vivant, on voit quelques-uns de ces filaments allongés dans l'eau, qu'ils battent; le sang rouge qu'ils contiennent permet de reconnaître l'anse formée par les deux sinus; mais le plus grand nombre des filaments sont ordinairement rétractés et enroulés en tire-bouchons par la contraction des fibres musculaires longitudinales qui tapissent les deux sinus et qui refoulent le sang à l'intérieur du corps, tandis que l'allongement des branchies le fait affluer dans celles-ci. Au point d'insertion de chaque filament, la plaque cribreuse est traversée par un court canal tapissé d'une couche épithéliale et se divisant ensuite en plusieurs vaisseaux branchiaux. Entre les filaments, les plaques, dont la structure est analogue

à celle de la peau, portent de nombreux poils. Les vaisseaux branchiaux des deux plaques débouchent tous dans un canal large et très court qui s'ouvre dans le vaisseau dorsal.

» Dans une Communication ultérieure, je résumerai mes observations sur les systèmes vasculaire et génital, sur les organes segmentaires et l'embryogénie du même Ver. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les différentes espèces d'Ours dont les débris sont ensevelis dans la caverne de Lherm (Ariège).* Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« La caverne de Lherm, située dans le département de l'Ariège, près de Foix, renferme des quantités considérables d'ossements de Mammifères. Grâce à la bienveillance de M. de Bertrand, auquel elle appartient, elle a pu être fouillée à diverses reprises, et l'on a extrait de son intérieur de nombreux restes d'*Ursus spelæus*, de *Felis spelæa*, d'*Hyæna spelæa*, de *Rhinoceros*, de *Cervus*, etc.

» L'animal dont on rencontre le plus fréquemment les débris est l'*Ursus spelæus*, et l'on ne saurait évaluer à un chiffre inférieur à cent le nombre de crânes de ce Carnassier trouvés jusqu'à ce jour. Les principales pièces sont réunies dans les collections du Musée d'Histoire naturelle de Toulouse et dans celles qui me sont personnelles.

» Lorsque l'on examine cette série, on est frappé de la grande fixité des caractères propres à l'*Ursus spelæus*. Certaines variations se sont produites; mais, d'après ce que l'on observe, on voit qu'elles n'ont pas eu pour résultat d'altérer profondément ce type animal, et l'on est obligé de reconnaître que l'*Ursus spelæus*, dans ses formes les plus modifiées, n'a aucun rapport avec l'*Ursus arctos* de nos jours.

» Cette observation, relative aux Ours extraits depuis plus de vingt ans de la caverne de Lherm, semble devoir prendre une importance toute particulière par suite de la découverte qui vient d'être faite dans le même gisement, par M. Marty, de deux têtes d'Ours absolument différentes de celles rencontrées jusqu'à ce jour. M. Marty, a bien voulu me permettre d'étudier ces deux belles pièces, et je les mets sous les yeux de l'Académie.

» La première d'entre elles est une tête complète, mesurant, suivant sa face inférieure, depuis le bord incisif jusqu'au trou occipital, 0,035. La série dentaire située en arrière de la canine comprend, comme chez les Ours actuels, six dents au lieu de trois comme sur l'*Ursus spelæus*, et,

d'autre part, la forme, les proportions de ces organites sont celles de l'*Ursus arctos*. L'examen des diverses parties constituant la face et le crâne confirme ces premières analyses. Les bosses frontales, énormes chez les Ours fossiles, n'existent plus, et la ligne de profil de la tête est identique à celle de nos Ours. En présence de caractères si nets, on ne saurait désigner que par le nom d'*Ursus arctos* l'animal dont provient la tête trouvée par M. Marty. La présence d'un *Ursus arctos* d'une taille énorme, isolé au milieu d'une centaine d'*Ursus spelæus*, donne lieu à des considérations importantes. Cet animal ne peut évidemment pas être regardé comme le produit des variations des *Ursus spelæus* vivant en même temps que lui, car toutes les formes intermédiaires font défaut. On est dès lors amené à se demander, en tenant compte de la présence d'un unique individu, s'il est bien juste de supposer, comme l'ont fait certains auteurs, que l'*Ursus arctos* descend de l'*Ursus spelæus*. La découverte faite à Lherm me paraît devoir rendre bien plus probable la supposition suivante : l'*Ursus arctos* a apparu dans des régions éloignées, peut-être dans l'Amérique du Nord; il s'est avancé progressivement et s'est substitué dans nos contrées à l'*Ursus spelæus*.

» La deuxième pièce que je présente à l'Académie comprend la partie antérieure d'une tête d'Ours, également différente de celles trouvées jusqu'à ce jour dans les cavernes. Au maxillaire supérieur, il y avait quatre dents en série en arrière de la canine, et la première prémolaire était précédée par un espace libre de 0,015 d'étendue. Par conséquent, la face était très courte; mais elle était en même temps remarquablement élargie. Son diamètre transverse, en arrière de la carnassière, est de 0,103. L'orifice antérieur des fosses nasales mesure 0,064 transversalement et 0,051 d'avant en arrière. Chez tous les Ours, le diamètre antéro-postérieur l'emporte sur le diamètre transversal. Le front était déprimé et se continuait presque horizontalement avec les os du nez. Sa hauteur par rapport au point de la voûte palatine correspondant aux apophyses postorbitaires est seulement de 0,108. Cette même mesure est de 0,118 sur l'*Ursus arctos* dont je viens de parler, et elle atteint 0,183 sur l'*Ursus spelæus*. La largeur du front, mesurée entre les sommets des apophyses postorbitaires, est de 0,139, chiffre qui n'est inférieur que de quelques millimètres à celui que l'on note pour les plus grands crânes d'*Ursus spelæus*. Cet ensemble de caractères me paraît montrer que l'on est en présence d'une forme d'Ours encore inconnue, et je proposerais de la dédier au savant professeur de Paléontologie du Muséum, M. Gaudry (*Ursus Gaudryi*).

» M. Marty a découvert dans la caverne de Lherm, en même temps que

les deux pièces sur lesquelles je viens d'appeler l'attention de l'Académie, un fémur de Lion fossile indiquant que l'animal auquel il avait appartenu possédait une taille énorme. Cet os mesure $0^m,46$ de longueur. »

MINÉRALOGIE. — *Production d'un silicate de baryte hydraté en cristaux.* Note de M. Le Chatelier, présentée par M. Daubrée.

« Les flacons d'eau de baryte, abandonnés longtemps dans les laboratoires sans être nettoyés, se recouvrent intérieurement d'un dépôt blanc jaunâtre; il se forme également, contre les parois, de beaux cristaux transparents, dont les dimensions peuvent atteindre plusieurs millimètres. Ce dépôt et ces cristaux, dont la nature ne paraît pas avoir encore été reconnue, sont dus à un silicate de baryte hydraté, dont la silice provient très vraisemblablement du verre des flacons.

» La composition des cristaux répond à la formule $BaO,SiO^2,7HO$:

	Trouvé.	Calculé.
Baryte	45,5	45,2
Silice	18,2	17,7
Eau	35,3	37,1
	99,0	100,0

» Le dépôt jaunâtre paraît avoir une composition analogue, mais la quantité recueillie a été trop faible pour qu'il fût possible d'en faire l'analyse.

» La chaleur chasse complètement l'eau de ce silicate; il perd d'abord, au-dessous de 100°, sa transparence et devient blanc; puis, à une température plus élevée, il prend parfois une coloration bleu turquoise.

» Dans l'air et dans l'eau à la température ordinaire, ces cristaux se conservent sans altération, au moins pendant quelque temps, mais ils se décomposent immédiatement dans l'eau bouillante, en perdant une partie de leur baryte, la majeure partie de leur eau et peut-être un peu de silice qui se dissoudrait avec la baryte. Après une ébullition de deux heures, la perte de poids a été de 53 pour 100. Ces cristaux étaient devenus complètement opaques et d'une extrême fragilité, mais n'avaient pas changé de forme. Ils présentaient la composition suivante :

Baryte	63,5
Silice	28,0
Eau	8,0
	99,5

» D'après les déterminations qu'a bien voulu faire M. Mallard, ces cristaux sont orthorhombiques et présentent les formes simples

$$g^1 = (100), \quad h^1 = (010), \quad h^3 = (120), \quad e^{\frac{1}{2}} = (201), \quad b^{\frac{1}{2}} = (111).$$

Ils sont aplatis suivant h^1, allongés suivant l'arête mg^1, terminés par la pyramide $b^{\frac{1}{2}}$ et le biseau $e^{\frac{1}{2}}$; clivage net suivant g^1;

$$a:b:c = 1{,}1723:1:0{,}6628;$$

angle des faces m non observées, 99°4′.

	Angle des faces.	Angle des normales.	
	° ′	° ′	°
* h^3h^3 sur h^1 (120)($\bar{1}$20).........	133.47	46.13	»
* $e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}$ sur p (201)($\bar{2}$01).........	83. 4	96.56	»
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ au-dessus de g^1 (111)(1$\bar{1}$1).	129.36	50.24	50.25
$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ au-dessus de h^1 (111)($\bar{1}$11).	120.23	59.37	59.30
$e^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ adjacent (111)(201)......	144.55	35. 5	35. 1

» Bissectrice aiguë positive, normale à h^1. — Plan des axes optiques parallèle à g^1. Dispersion, $\rho < \upsilon$. Angle des axes optiques dans la lumière jaune vus dans l'air, 59° 40′. Double réfraction faible.

» On reproduit très facilement ce silicate, en mettant en suspension de la silice calcinée dans de l'eau de baryte. Au bout de quelques jours, les parois du flacon se recouvrent de petits cristaux microscopiques, présentant les mêmes caractères cristallographiques que les cristaux produits naturellement. Ces cristaux se déposent d'ailleurs sur toute la hauteur du flacon, ce qui exige une dissolution préalable de la silice dans l'eau de baryte.

» Ce silicate n'existe pas dans la nature; les seuls minéraux qui pourraient s'en rapprocher sont les silicates de chaux hydratés, l'okénite et la pektolite, qui contiennent beaucoup moins d'eau. Il se rapprocherait davantage du silicate de chaux artificiel, qui se produit pendant le durcissement des chaux hydrauliques non alumineuses, silicate auquel Privat attribue la formule $2CaO, 3SiO^2, 12HO$. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production d'un phosphure de fer cristallisé et du feldspath anorthite, dans les incendies des houillères de Commentry.* Note de M. E. **Mallard**, présentée par M. Daubrée.

« Les incendies spontanés qui se déclarent malheureusement d'une manière si fréquente dans les couches de houille puissantes ont déjà enrichi la Science d'un certain nombre de produits intéressants. Le savant directeur des houillères de Commentry, M. Fayol, a eu récemment l'obligeance d'envoyer à l'École des Mines de nombreux échantillons de roches calcinées ou fondues par les incendies de la grande couche du bassin.

» L'attention de M. Fayol avait été surtout éveillée par une matière métallique qui se trouve disséminée au milieu d'une masse fondue provenant de la fusion des schistes qui servent de toit à la couche.

» Cette matière, gris d'acier, aigre, magnétique, a une densité de 6,71 et une dureté presque égale à celle de l'acier. M. Carnot a bien voulu en faire l'analyse et lui a trouvé la composition suivante :

Fer	84,28
Phosphore	12,10
Arsenic	1,65
Soufre	1,75
Carbone	traces
Total	99,78

» L'action d'un acide dégage immédiatement de l'hydrogène sulfuré; le phosphure de fer ne se décompose qu'ensuite et plus difficilement. En négligeant l'arsenic et supposant que le soufre existe à l'état de protosulfure de fer, la composition correspond à peu près à la formule $Fe^{7}Ph$.

» Cette substance se trouve disséminée dans la roche fondue en petits grains arrondis; on l'y trouve aussi en masses plus ou moins cristallines qui peuvent atteindre la grosseur du poing. Quelques échantillons présentent des cristaux très nets, formés par un prisme carré m que modifient les faces peu développées du prisme tangent h^1 et que surmonte une pyramide carrée a^1 assez surbaissée. On a trouvé :

		Calculé.
ma^1	108° 4′	»
a^1a^1 adj.	143°42′	143°52′

d'où l'on déduit

$$\frac{a}{h} = 2,049.$$

» G. Rose avait jadis signalé dans la météorite de Braunau un phosphure de fer cristallisant en prismes carrés. Il n'avait pu déterminer ni la composition exacte ni la forme cristalline précise de la substance, à laquelle il a donné le nom de *rhabdite*.

» M. Sidot a préparé un phosphure de fer qui se rapproche beaucoup de celui de Commentry par sa composition, puisqu'il tient environ 12 pour 100 de phosphore. Ce corps était cristallisé en petites aiguilles à section carrée, sans terminaisons nettes.

» Il est bien vraisemblable que tous ces phosphures de fer sont identiques entre eux, et rien n'empêche de leur conserver le nom de *rhabdite* proposé par l'illustre minéralogiste allemand.

» La roche fondue qui sert de gangue au phosphure est très remarquable. Elle est gris brun, très compacte, avec cassure grenue et subcristalline; elle renferme quelques géodes, dont quelques-unes sont tapissées d'une matière cristalline; elle tient englobés des fragments de coke, souvent volumineux; quelques-uns de ces fragments, très purs, ont une cassure conchoïdale éclatante et rayent facilement le verre, mais non le quartz.

» En lames minces, la roche paraît formée d'un entre-croisement de petites aiguilles cristallines, maclées suivant leur longueur et présentant entre deux nicols croisés les propriétés optiques caractéristiques du feldspath *anorthite*. La facilité avec laquelle ces aiguilles se laissent attaquer par les acides, auxquels elles cèdent de la chaux, achève de caractériser cette espèce minérale.

» L'anorthite se présente aussi sous la forme de petites lamelles hyalines très minces, à contours cristallins très nets, qui tapissent les géodes et s'engagent aussi dans la masse de la roche. Ces lamelles sont aplaties parallèlement à g^1, et limitées par les arêtes $g^1 p$, $g^1 a^1$ $g^1 h^1$. On a trouvé des cristaux d'anorthite ayant la même forme dans la météorite de Juvénas.

» Entre les aiguilles microlithiques d'anorthite, on observe, outre une matière fondue amorphe et des grains de phosphure, des grains bruns irréguliers, sans contours cristallins, se colorant vivement entre les nicols croisés, divisés quelquefois en deux parties par un plan d'hémitropie, et que je rapporte au *pyroxène*.

» On voit, en résumé, que la roche fondue de Commentry a pris, sous l'influence de la fusion et d'un refroidissement lent, une structure cristal-

line qui la rapproche de certaines roches volcaniques et de certaines météorites. C'est d'ailleurs par un procédé tout semblable et réalisé en petit, que MM. Fouqué et Michel Lévy, dans leurs belles expériences, ont pu imiter un grand nombre de roches volcaniques. Je dois rappeler aussi que M. Vélain avait signalé, dans la matière vitrifiée produite par l'incendie de gerbes de blé, de l'anorthite, du pyroxène et d'autres substances minérales.

» On connaît depuis longtemps de beaux échantillons de *vivianite* (phosphate de fer hydraté), provenant des incendies des houillères de Commentry. Je me suis assuré que la roche qui sert de gangue à cette vivianite est exactement de la même nature et présente la même cristallinité, avec les mêmes éléments cristallins, que celle qui sert de gangue à la rhabdite. Il est donc très vraisemblable que la vivianite n'est qu'un résultat de l'altération de la rhabdite.

» On peut expliquer la présence du phosphure de fer dans la roche provenant de la fusion des schistes houillers de Commentry, car ceux-ci contiennent des nodules de fer carbonaté qui ont été naturellement réduits par le charbon encore englobé dans la masse fondue. La présence du phosphore n'a, il est vrai, pas été signalée dans les schistes, mais on sait que le fer carbonaté des houillères contient souvent des quantités de phosphore considérables. »

HYDROLOGIE. — *Sur les crues de la Seine pendant l'hiver de* 1881. Note de M. G. LEMOINE, présentée par M. L. Lalanne.

« La Seine, à Paris, s'est maintenue assez haute depuis le milieu de janvier jusqu'au milieu de mars 1881. Les crues qui ont déterminé cette élévation presque continue méritent d'être signalées, à cause des circonstances particulières dans lesquelles leur maximum s'est produit.

» M. Belgrand a montré que le maximum des crues de la Seine, à Paris, est dû en général aux eaux des petites rivières torrentielles situées la plupart dans la partie supérieure du bassin et issues de terrains imperméables. Il a établi sur cette base scientifique une règle empirique qui permet de calculer à l'avance la montée de la Seine d'après les montées constatées sur l'Yonne, le Cousin, l'Armançon, la Marne, la Saulx, l'Aire et l'Aisne, et au besoin le Grand-Morin.

» Dans l'hiver qui vient de s'écouler, ce sont les rivières les plus proches de Paris, celles de la Brie, qui par leurs crues tout à fait inusitées ont eu

la plus grande part dans la production du maximum. Il en est résulté une très grande rapidité dans la crue de la Seine; on a même constaté à Paris, à six jours d'intervalle, deux maxima successifs sensiblement égaux, le premier qui a suivi de quarante-huit heures environ le dégel dans la Brie, le second dû aux eaux de la partie supérieure des bassins de la Marne et de la haute Seine.

» Les argiles à meulières de la Brie forment au point de vue hydrologique une classe particulière de terrains imperméables. La couche de marnes vertes qui arrête les eaux est située à une certaine profondeur au-dessous du sol, et, avant d'arriver à cette nappe, la pluie qui tombe doit commencer par saturer une épaisseur souvent assez grande d'amas de meulières. Les plateaux qui forment la plus grande partie du pays sont presque plats; le drainage est très général. Il résulte de ces circonstances que la saturation est plus longue à se produire que dans les terrains qui sont imperméables à la surface même du sol; mais, quand une fois cette espèce d'éponge, qui forme le sous-sol de la Brie, se trouve gorgée d'eau, la moindre pluie y détermine des crues très importantes. Aussi, après l'été, jamais le Grand-Morin, près de Coulommiers, ne participe à la première crue des autres petites rivières du bassin, quoique les premières pluies sérieuses de la saison froide s'étendent en général à tout le bassin de la Seine. Ce n'est qu'après une série de pluies prolongées que le Grand-Morin entre en crue, et à partir de ce moment il reste jusqu'à la fin de l'hiver d'une extrême sensibilité.

» En janvier 1881, ces caractères sont devenus encore plus marqués par suite de la gelée et de la neige qui l'avait suivie. Le 27 janvier, le réchauffement de l'atmosphère a fait fondre presque instantanément une épaisseur de neige d'environ $0^m,30$, tombée les jours précédents; à ce moment, la terre, non encore dégelée, était incapable d'absorber une seule goutte d'eau: quoique la pluie tombée dans la nuit du 27 au 28 janvier ait été de 14^{mm} seulement, elle a suffi pour produire sur le Grand-Morin la plus grande crue que l'on ait constatée depuis 1853. M. l'ingénieur Thanneur estime qu'à Coulommiers le débit de cette petite rivière a été de 400^{mc} par seconde: en 1853, il n'avait été que de 340^{mc} environ. Il en est résulté des submersions importantes. Dans la vallée de l'Orge, des phénomènes analogues ont été observés.

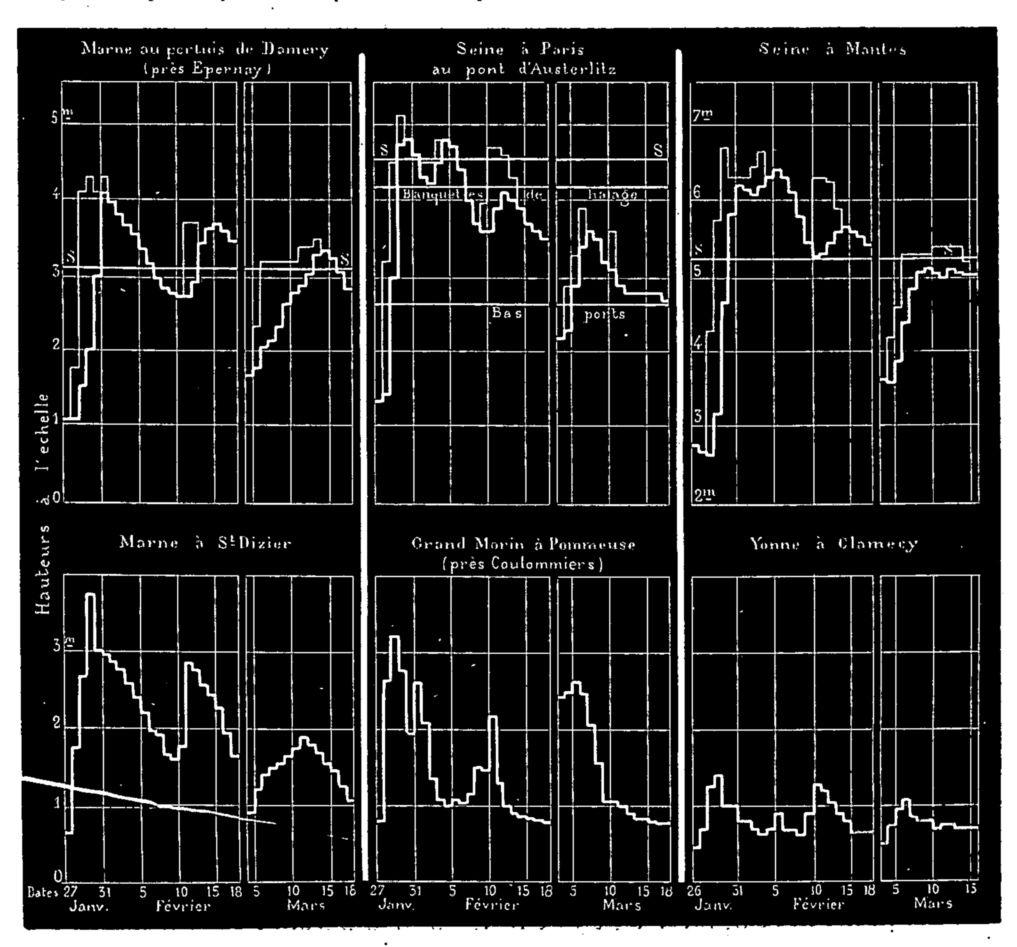
» L'Yonne supérieure entrait en crue au même moment que les rivières de la Brie: elle atteignait son maximum à Clamecy le 29 janvier, le même jour que le Grand-Morin à Coulommiers.

» A Paris, le maximum de la Seine a lieu ordinairement trois jours après celui de l'Yonne à Clamecy; en effet, les eaux du Grand-Morin, quoique

Comparaison des niveaux observés et prévus pour la Seine et ses principaux affluents en janvier, février et mars 1881.

Le tracé en traits forts représente les hauteurs observées chaque jour, le tracé en traits fins les hauteurs annoncées, rapportées au jour où l'annonce en a été faite. On voit que la rivière commence à monter le jour même, mais elle n'atteint le maximum, en général, que plusieurs jours après.

Les lignes horizontales SS indiquent les cotes où commencent les submersions; à Paris, c'est le niveau à partir duquel le quai de Bercy est recouvert par les eaux.



arrivant rapidement à cause de leur proximité, n'ont qu'un petit volume par rapport à celles de l'Yonne et ne font ainsi que commencer la crue. Cette fois, la proportion du débit du Grand-Morin à celui de l'Yonne étant beaucoup plus grande que d'habitude, le maximum s'est produit à Paris

d'une manière beaucoup plus hâtive : il a eu lieu dès le 30 janvier, vers 3^h du soir, soit trente-deux heures environ après le maximum du Grand-Morin à Coulommiers. Les eaux de l'Yonne n'ont fait que soutenir la crue.

» Après ce premier maximum, les eaux ne sont redescendues que d'une manière momentanée. Le flot de la Marne supérieure restait à arriver : il s'est trouvé cette fois coïncider à Paris avec un flot plus considérable que de coutume, fourni par la haute Seine, où la perméabilité du bassin produit toujours des crues plus tardives. Le 5 février, la Seine remontait ainsi, à Paris, à un niveau égal à celui du 30 janvier. A Mantes, le second maximum a surpassé notablement le premier, tant à cause de l'influence de l'Oise qu'en raison de l'affaissement rapide du débit des eaux du Grand-Morin à mesure qu'on s'éloigne de l'origine de cet affluent torrentiel.

» Au mois de mars, des phénomènes analogues se sont produits, mais par le seul effet des pluies. La représentation graphique les rapproche des précédents.

» Malgré ces particularités très rares, notre système d'avertissements a fonctionné d'une manière satisfaisante, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la comparaison graphique des hauteurs observées et annoncées. Seulement le temps écoulé entre l'avertissement et sa réalisation a été très court, ainsi qu'il avait été prévu. Pour Paris, l'erreur la plus grave a consisté en ce que la cote observée le 30 janvier a dépassé de $0^m,30$ celle qui avait été annoncée le 29 avec la mention : *Montée très rapide*. Cette différence est venue surtout de ce que, le 29, la Marne à Saint-Dizier était encore à $1^m,10$ au-dessous de son maximum, de sorte que sa montée n'a pas pu être comprise entièrement dans le calcul d'annonce.

» On est à même de juger une fois de plus de la sûreté des indications qui peuvent être données aux intéressés au moyen des règles empiriques formulées pour Paris par M. Belgrand, quand elles sont convenablement interprétées. Elles s'appliquent quelles que soient les causes perturbatrices qui viennent à se produire en dehors des lois générales du phénomène. »

M. J. Vinot met sous les yeux de l'Académie un modèle de pied de lunette, pouvant remplacer à peu de frais un pied parallactique.

La séance est levée à 4 heures un quart. D

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Inscription microscopique des mouvements qui s'observent en Physiologie;* par M. Marey.

« Il y a environ vingt ans que j'ai proposé d'inscrire les différents mouvements qui se produisent chez les êtres vivants, au moyen d'un levier d'une légèreté aussi grande que possible, mis à l'abri de toute cause de vibration ([1]). Depuis cette époque, un nombre considérable de travaux ont été faits à l'aide d'instruments basés sur l'emploi du levier léger : les phénomènes de la circulation du sang, ceux de la respiration, des actions musculaires et nerveuses ont trouvé dans l'emploi de cette méthode des solutions précises. Les auteurs qui l'ont employée se sont le plus souvent chargés eux-mêmes de démontrer la précision des appareils dont ils se sont servis.

» Et pourtant, une objection qui se reproduit de temps en temps est celle-ci : dans les tracés, parfois si compliqués, de certains actes physio-

([1]) Voir, pour les précautions employées dans la construction de ces instruments, *La méthode graphique*, passim.

logiques, ne doit-on pas admettre que des vibrations propres du levier se soient ajoutées à la courbe réelle du mouvement?

» Il m'a paru utile de lever cette objection par une nouvelle expérience et de prouver la fidélité des instruments que j'emploie, en montrant que d'autres instruments, entièrement à l'abri des vibrations du levier, donnent des tracés identiques.

» Il s'agit d'inscrire un mouvement en donnant au tracé des dimensions tellement réduites, qu'on puisse considérer comme négligeable la vitesse du style inscripteur.

» Prenons pour exemple un sphygmogramme ou un cardiogramme. Les dimensions ordinaires que j'adopte pour que ces courbes soient facilement lisibles sur le papier sont d'environ $0^{m},005$ de hauteur verticale. Admettons que le levier, pour parcourir $0^{m},005$ en un temps très court, prenne une vitesse excessive, en vertu de laquelle il sera projeté trop loin, sans que les frottements du style éteignent sa vitesse acquise. On accordera facilement que, si l'on réduit au dixième, c'est-à-dire à $0^{mm},5$, l'amplitude du tracé, les effets de la vitesse acquise du levier devront être singulièrement atténués. Ils seront, en effet, cent fois moindres que pour les instruments ordinaires, puisque la force vive des masses en mouvement croît comme le carré des vitesses.

» Mais ces tracés, pour garder les mêmes proportions que dans les expériences ordinaires, devront être recueillis sur des surfaces animées d'une vitesse très faible : $0^{m},001$ par seconde. Les détails de la courbe obtenue ne seront donc pas visibles à l'œil nu. En recueillant ces courbes sur une glace légèrement enfumée, qu'on place sous l'objectif d'un microscope, il suffit d'un grossissement de 20 diamètres pour rendre aux tracés des dimensions telles, qu'on en puisse complètement analyser la forme. Un dessin à la chambre claire, un décalque, ou mieux une photographie obtenue par projection ramèneront ces courbes à des dimensions aussi grandes qu'il sera nécessaire. Or, dans ces conditions, où la réduction de la vitesse du levier exclut la possibilité de toute altération du mouvement, les tracés sont identiques à ceux que donnent le sphygmographe et le cardiographe ordinaires; ceux-ci peuvent donc être considérés comme exempts de déformation par la vitesse acquise. A plus forte raison devra-t-on avoir une confiance absolue dans les tracés de mouvements plus lents que ceux du cœur et du pouls, dans les tracés de la respiration par exemple.

» Mais notre savant confrère Donders (d'Utrecht) a justement fait ob-

server qu'un appareil inscripteur n'est fidèle que pour des mouvements d'une certaine vitesse, ceux pour lesquels il a été construit. On ne peut exiger qu'il inscrive des actes plus rapides. Ainsi le cardiographe, qui trace fidèlement 150 pulsations du cœur par seconde, ne saurait, sans les déformer, tracer des mouvements deux ou trois fois plus rapides.

» L'inscription microscopique permet d'étendre presque indéfiniment le champ des phénomènes susceptibles d'être enregistrés. Tout se réduit à employer une pointe d'acier assez fine et une couche de noir assez mince pour que le trait obtenu soit bien pur, malgré ses petites dimensions. Grâce à l'emploi du microscope, des tracés dont l'amplitude n'excède pas $\frac{1}{10}$ de millimètre prennent de grandes dimensions.

» Pour de si petites excursions, l'inertie du levier est négligeable. Déjà, avec les appareils ordinaires, j'avais réussi à transmettre à distance et à inscrire les vibrations d'un diapason de $200^{\text{v.d.}}$ par seconde : avec l'inscription microscopique, j'ai obtenu le tracé des vibrations de la voix en chantant au devant de l'orifice du tube transmetteur.

» Les vibrations du sang dans les vaisseaux, qui donnent naissance à un son, connu en Médecine sous le nom de *bruit de souffle*, semblent devoir rentrer dans le domaine des mouvements inscriptibles. En effet, sur des tubes élastiques et sur des anévrismes artificiels traversés par un courant d'eau, j'ai déjà obtenu l'inscription très nette des vibrations du liquide, vibrations que l'oreille me faisait percevoir en même temps sous forme de bruit de souffle.

» J'aurai l'honneur d'exposer devant l'Académie ces expériences, qui me semblent utile, pour éclairer la nature d'un phénomène important de sémiologie.

» Les inscripteurs microscopiques ont encore un avantage qui, bien que secondaire, n'en mérite pas moins d'être signalé : ils sont extrêmement portatifs. On peut loger dans sa poche tout ce qui est nécessaire pour inscrire les mouvements du cœur, du pouls, de la respiration, et, contrairement à ce qui existait autrefois, les appareils explorateurs, bien que très réduits déjà, sont plus volumineux, dans leur ensemble, que l'instrument qui reçoit les tracés.

» Cette extrême petitesse des appareils inscripteurs, en facilitant les applications cliniques de la méthode graphique, me fait espérer le concours des médecins, indispensable pour accumuler les éléments d'une séмiologie précise des maladies du cœur, des vaisseaux et de l'appareil respiratoire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale eulérienne de seconde espèce* [1]. Note de M. GYLDÉN. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Entre deux valeurs consécutives de $M_r^{(1)}$ il y a l'équation

$$M_r^{(1)} = \frac{1}{r} - 2M_{r-1}^{(1)},$$

qui sert pour le calcul de proche en proche des coefficients dont il s'agit. Mais, si l'on veut pousser l'exactitude très loin, il convient de commencer par le calcul de $M_r^{(1)}$, appartenant à une grande valeur de r. Pour ce but, on fera usage de la formule

$$M_r^{(1)} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{r+1} - \frac{1}{r+2}\,\frac{1}{2} + \frac{1}{r+3}\,\frac{1}{2^2} - \ldots\right).$$

Cela étant, on obtiendra les autres $M_r^{(1)}$ au moyen de l'expression

$$M_{r-1}^{(1)} = \frac{1}{2r} - \tfrac{1}{2}M_r^{(1)}.$$

» Par de tels procédés, j'obtiens les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned}
\log\text{nat}\tfrac{3}{2} = M_0^{(1)} &= 0,40546511,\\
M_1^{(1)} &= 0,18906978,\\
M_2^{(1)} &= 0,12186044,\\
M_3^{(1)} &= 0,08961245,\\
M_4^{(1)} &= 0,0707751,\\
M_5^{(1)} &= 0,0584498,\\
M_6^{(1)} &= 0,0497671,\\
M_7^{(1)} &= 0,043323,\\
M_8^{(1)} &= 0,038354,\\
M_9^{(1)} &= 0,03440,\\
M_{10}^{(1)} &= 0,03119.
\end{aligned}$$

» Maintenant il est facile d'obtenir les valeurs des divers $\mathfrak{M}_n$; voici les

---

(1) Voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 897.

résultats :

$$\mathfrak{Q}_0 = 0,1704835,$$
$$\mathfrak{Q}_1 = 0,0358521,$$
$$\mathfrak{Q}_2 = 0,0092692,$$
$$\mathfrak{Q}_3 = 0,0026311,$$
$$\mathfrak{Q}_4 = 0,0007882,$$
$$\mathfrak{Q}_5 = 0,0009444,$$
$$\mathfrak{Q}_6 = 0,0000788,$$
$$\mathfrak{Q}_0 + \mathfrak{Q}_1 + \ldots + \mathfrak{Q}_6 = 0,2193463.$$

Au lieu de calculer séparément les $\mathfrak{Q}_n$ suivants, j'ai cherché la somme

$$\mathfrak{Q}_2 + \mathfrak{Q}_3 + \ldots = \int_z^\infty \frac{e^{-\xi}\,d\xi}{\xi},$$

en employant la formule

$$\int_a^\infty \frac{e^{-\xi}\,d\xi}{\xi} = \mathrm{P}(1)\,\mathrm{R}(-1) - \mathrm{P}(2)\,\mathrm{R}(-2) + \ldots.$$

Le calcul m'a donné

$$\mathfrak{Q}_2 + \mathfrak{Q}_3 + \ldots = 0,0000375.$$

La somme totale nous donne maintenant

$$-\mathfrak{Q}(0) = \lim\left(\frac{1}{e}\right) = -0,2193238;$$

d'un autre côté, on a

$$\lim\left(\frac{1}{e}\right) = \mathrm{C} - \frac{1}{1} + \frac{1}{2}\,\frac{1}{1.2} - \frac{1}{3}\,\frac{1}{1.2.3} + \cdots,$$

et ces deux expressions conduisent à la valeur de C, 0,5772158, qui ne diffère que de 0,000000135 de la valeur exacte.

» Vous voyez qu'on peut, grâce à votre analyse, d'une manière bien aisée, obtenir les résultats dont l'évaluation exigeait auparavant beaucoup de travail. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la surface de Kummer à seize points singuliers.* Note de M. J. BRIOSCHI.

« M. Darboux, dans une Note insérée récemment dans les *Comptes rendus* (21 mars), après avoir rappelé les travaux de MM. Klein, Cayley, Borchardt, Weber sur les rapports que présente la théorie de la surface de Kummer avec celle des fonctions à quatre périodes ([1]), énonce une méthode qui lui est propre pour obtenir les expressions des coordonnées de la surface au moyen des fonctions Θ à caractéristique paire.

» Dans un Mémoire qui est sous presse et qui va paraître dans les *Annali di Matematica,* après avoir donné l'expression générale de l'équation biquadratique de Göpel pour les fonctions à $2n$ périodes et d'autres formules relatives à ce cas, je me suis proposé le problème d'exprimer les coordonnées de la surface de Kummer en fonctions (irrationnelles) de deux paramètres. A cet effet, au lieu de considérer les fonctions Θ, je prends comme point de départ les quinze fonctions algébriques irrationnelles qui peuvent s'exprimer par le rapport de deux fonctions Θ, et les propriétés de ces fonctions algébriques, qui ont été établies par M. Weierstrass dans son Mémoire *Zur Theorie der Abel'schen Functionen* (*Journal de Crelle*, t. 5, p. 52).

» En posant

$$P(x)=(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n),$$
$$Q(x)=A(x-a_{n+1})(x-a_{n+2})\ldots(x-a_{2n+1})$$

et

$$R(x)=P(x)Q(x),\quad \varphi(x)=(x-x_1)(x-x_2)\ldots(x-x_n),$$

enfin

$$l_m=P(a_m)\ \text{pour}\ m>n,\quad l_m=-Q(a_m)\ \text{pour}\ m\leqq n,$$

on doit considérer, d'après M. Weierstrass, $2n+1$ fonctions algébriques irrationnelles à indice simple,

$$p_m=\sqrt{\frac{\varphi(a_m)}{l_m}},$$

et $n(2n+1)$ fonctions à indice double,

$$p_{rs}=p_{sr}=p_r p_s\sum_1^n{}_i\frac{\sqrt{R(x_i)}}{(x_i-a_r)(x_i-a_s)\varphi'(x_i)}.$$

([1]) Voir aussi *Transformation der hyperelliptischen Functionen $p=2$ und ihre Bedeutung für die Kummer'sche Fläche,* von K. ROHN (*Mathematische Annalen*, Band 15).

» Soit $n=2$. En considérant les six fonctions $p_3, p_4; p_{13}, p_{14}; p_{23}, p_{24}$, on déduit des propriétés rappelées ci-dessus les relations suivantes,

$$(A)\left\{\begin{array}{l}(12)Np_3^2=(14)(25)w^2+(24)(35)x^2-(24)(15)y^2-(14)(35)z^2,\\(12)Np_4^2=(23)(45)w^2+(13)(25)x^2-(13)(45)y^2-(23)(15)z^2,\\(12)p_3p_4=wx-yz,\end{array}\right.$$

en posant

$$w=(13)\sqrt{(15)}p_{13},\quad x=(14)\sqrt{(15)}p_{14},\quad y=(23)\sqrt{(25)}p_{23},\quad z=(24)\sqrt{(25)}p_{24},$$
$$(rs)=a_r-a_s,$$

et

$$N=(13)(45)+(24)(15)=(13)(25)+(24)(35)$$
$$=(14)(25)+(23)(45)=(14)(35)+(23)(15).$$

Des relations (A) on obtient une équation biquadratique analogue à celle de Göpel, équation qui, si l'on pose

$$a=\frac{(15)+(25)}{(21)},\quad b=\frac{(35)+(45)}{(43)},\quad c=\frac{(13)(24)+(14)(23)}{(12)(43)},$$

et par conséquent

$$a+1=2\frac{(25)}{(21)},\quad b+1=2\frac{(45)}{(43)},\quad c+1=2\frac{(14)(23)}{(12)(43)},$$
$$a-1=2\frac{(15)}{(21)},\quad b-1=2\frac{(35)}{(43)},\quad c-1=2\frac{(13)(24)}{(12)(43)},$$
$$K=a^2+b^2+c^2-2abc-1=-\tfrac{1}{2}\rho N^2,\quad \rho=-\frac{8}{(12)^2(34)^2},$$

peut s'exprimer de la manière suivante, tous les termes étant divisibles par p,

$$\begin{aligned}0=&(a+1)(b+1)(c+1)w^4+(a+1)(b-1)(c-1)x^4\\&+(a-1)(b+1)(c-1)y^4+(a-1)(b-1)(c+1)z^4\\&+2(a-bc)[(a+1)w^2x^2+(a-1)y^2z^2]\\&+2(b-ca)[(b+1)w^2y^2+(b-1)z^2x^2]\\&+2(c-ab)[(c+1)w^2z^2+(c-1)x^2y^2]-4kwxyz,\end{aligned}$$

équation de la surface de Kummer sous la forme considérée par Borchardt. Si l'on désigne par w_0, x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un des points singuliers de la surface, on démontre facilement que leurs valeurs sont propor-

tionnelles aux expressions

$$\sqrt{(a-1)(b-1)(c-1)},\quad \sqrt{(a-1)(b+1)(c+1)},$$
$$\sqrt{(a+1)(b-1)(c+1)},\quad \sqrt{(a+1)(b+1)(c-1)}.\ »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action de la chaleur sur les bases ammoniées.* Note de M. **A.-W. Hofmann.**

« Il ressort des belles recherches de M. Cahours sur la pipéridine (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XXXVIII, p. 76) que cette base est une monamine secondaire, dont la composition est représentée par la formule

$$C^5H^{11}Az = (C^5H^{10})^{11}HAz.$$

On était en droit d'espérer qu'en traitant cette base par l'acide chlorhydrique à une température élevée on arriverait à déterminer la constitution du groupement C^5H^{10}, dont la nature nous est encore inconnue. Ce groupement pourrait renfermer différents carbures, savoir :

$$C^5H^{10} = CH^3 + C^4H^7 = C^2H^5, C^3H^5 = \ldots.$$

» Il était assez probable, en se basant sur la manière d'être des monamines d'autres séries, que l'acide chlorhydrique opérerait le dédoublement de la pipéridine en ammoniaque et en hydrocarbures qui y sont contenus. Des recherches entreprises dans cette direction ne m'ont donné aucun résultat. Il en est de même de la distillation du chlorhydrate de pipéridine, ce sel étant volatil sans décomposition.

» J'ai repris ces recherches dans ces derniers temps, et, par l'application d'une nouvelle méthode dont je viens de développer les différentes phases dans les *Comptes rendus de l'Académie de Berlin,* je me suis rapproché du but que je m'étais proposé.

» Les expériences dont je vais avoir l'honneur de faire connaître les résultats à l'Académie se rattachent à des observations que j'ai faites il y a plus de trente ans.

» En étudiant les bases ammoniées, j'avais été amené à examiner les transformations qu'éprouvent ces corps sous l'influence de la chaleur. Qu'il me soit permis de rappeler que, chauffé, l'hydroxyde de tétraméthylammonium se scinde en triméthylamine et en alcool méthylique, ainsi que

l'exprime l'équation

$$(CH^3)^4AzOH = (CH^3)^3Az + CH^3,OH,$$

tandis que la décomposition des bases tétréthylique et tétramylique fournit, à côté des bases éthylique et amylique, non pas les alcools correspondants, mais bien de l'éthylène ou de l'amylène, dont la production est accompagnée de celle d'une molécule d'eau; c'est ainsi qu'on a

$$(C^2H^5)^4AzOH = (C^2H^5)^3Az + H^2O + C^2H^4,$$
$$(C^5H^{11})^4AzOH = (C^5H^{11})^3Az + H^2O + C^5H^{10}.$$

» De ces recherches, déjà fort anciennes, ressortit un fait assez remarquable. En chauffant l'hydroxyde d'une base ammoniée à radicaux différents, on observe que les groupes méthyliques qui y sont renfermés se séparent avec prédilection à l'état de bases tertiaires, quel que soit l'ordre de succession dans le système, tandis qu'un autre groupe (éthylique, amylique, etc.) sort du système sous la forme de carbure. C'est ainsi que l'hydroxyde de méthyldiéthylamylammonium, obtenu par l'action de l'iodure méthylique sur la diéthylamylamine, puis en traitant l'iodure formé par l'oxyde d'argent, se transforme en méthyléthylamylamine et en éthylène.

» L'hydroxyde de méthyléthylamylphénylammonium, formé d'une manière analogue en partant de l'éthylamylphénylamine, se dédouble pareillement en méthylamylphénylamine et en éthylène. C'est ce qu'expriment les deux équations suivantes :

$$CH^3(C^2H^5)^2,C^5H^{11}AzOH = (CH^3,C^2H^5,C^5H^{11})Az + H^2O + C^2H^4,$$
$$CH^3,C^2H^5,C^5H^{11},C^6H^5AzOH = (CH^3,C^5H^{11},C^6H^5)Az + H^2O + C^2H^4.$$

» Dans les deux réactions, le groupe méthylique a déplacé le groupe éthylique, soit dans la diéthylamine, soit dans l'éthylamylphénylamine.

» En me rappelant ces transformations, je me suis demandé de quelle façon se comporterait, sous l'influence de la chaleur, l'hydroxyde de diméthylpipérylammonium (la base méthylammoniée correspondant à la pipéridine). Si, dans cette réaction, les groupes méthyliques se séparaient à l'état de monamine tertiaire, il n'était pas douteux qu'au moins une partie du groupe C^5H^{10} se séparerait de la molécule sous forme d'un hydrocarbure. L'expérience a complètement vérifié cette prévision. En effet, traitée par un excès d'iodure de méthyle, la pipéridine se dédouble en triméthyl-

amine et en un hydrocarbure C^5H^8, auquel on peut donner le nom de *pipérylène*.

» La conine se dédouble d'une manière analogue en triméthylamine et en un hydrocarbure C^8H^{14} que nous désignerons sous le nom de *conylène*.

» Les transformations de la pipéridine et de la conine que je viens de signaler à l'Académie seront de ma part l'objet de recherches ultérieures. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. S. Périssé, *intitulé : « Des causes qui tendent à gauchir les poutres des ponts en fer, et des moyens de calculer ces poutres pour résister aux efforts gauchissants* [1] ».

(Commissaires : MM. Yvon Villarceau, Phillips, Resal, Lalanne, Bresse rapporteur.)

« Dans un Mémoire soumis au jugement de l'Académie, M. Périssé a signalé deux causes principales qui tendent à gauchir les poutres longitudinales des ponts en fer, en les faisant sortir du plan vertical où elles sont primitivement établies. Ces poutres ont le plus ordinairement une section transversale en forme de double T, composée de trois rectangles de petite épaisseur dans un sens et figurant en quelque sorte trois lignes, savoir : une horizontale supérieure, une horizontale inférieure et une verticale menée entre leurs milieux; quelquefois le rectangle vertical est supprimé, parce que la partie correspondante de la poutre (à laquelle on donne le nom d'*âme*) est remplacée par un treillis. Les observations et calculs de M. Périssé s'appliquent exclusivement aux poutres en double T, avec âme pleine ou en treillis.

» La première cause de gauchissement est le mode ordinaire d'assemblage des petites poutres transversales nommées *pièces de pont*, sur lesquelles agit la charge, par l'intermédiaire d'un plancher continu ou autre disposition analogue. Les pièces de pont reportent cette charge sur les poutres, en des points situés sur leur plate-bande inférieure, à une certaine distance de leur plan vertical moyen, circonstance qui donne lieu à un moment gauchissant, réparti d'une manière à peu près uniforme sur la longueur de

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1413.

la poutre. On peut annuler ou tout au moins atténuer les effets de tous ces moments, soit par un contreventement supérieur, en joignant les deux poutres par des entretoises parallèles aux pièces de pont, soit par des montants verticaux encastrés sur ces dernières et faisant obstacle au déversement latéral des poutres, auxquelles ils sont également rivés. M. Périssé indique le moyen de calculer approximativement les forces mutuelles qui s'exercent entre une poutre et ses entretoises ou montants, pour en déduire ensuite les sections de ces pièces, ainsi que les sections horizontales de l'âme (ou du treillis qui la remplace), de manière à obtenir partout une résistance suffisante. Cette partie des calculs de l'auteur ne semble pas donner prise à des objections ou critiques bien graves.

» La seconde cause est la compression de la plate-bande supérieure du double T, par suite de la flexion des poutres dans le sens vertical. M. Périssé assimile cette plate-bande à une pièce chargée debout ou comprimée suivant son axe, et voici alors comment il raisonne. Considérons une poutre posée sur deux appuis; L étant sa longueur, h la hauteur de sa section, p le poids de sa charge par unité linéaire, le moment fléchissant dans les deux sections, prises de part et d'autre du milieu, à la distance x de ce point, sera

$$\frac{1}{2}p\left(\frac{L^2}{4}-x^2\right),$$

d'où résulte pour la compression totale de la plate-bande supérieure, dans ces mêmes sections, la valeur

$$\frac{p}{2h}\left(\frac{L^2}{4}-x^2\right).$$

Or assimilons cette plate-bande, entre les sections dont il s'agit, à une poutre de longueur $2x$, pouvant fléchir horizontalement sous l'action des compressions longitudinales que nous venons de calculer; soit EI le moment d'inflexibilité relatif à cette flexion horizontale. On sait qu'elle ne pourra pas exister si l'on a

$$\frac{p}{2h}\left(\frac{L^2}{4}-x^2\right)<\frac{\pi^2 EI}{4x^2}$$

ou bien

$$2x^2\left(\frac{L^2}{4}-x^2\right)<\frac{\pi^2 EIh}{p},$$

et l'on doit s'imposer l'accomplissement de cette condition, parce que, sans cela, il pourrait se produire dans la plate-bande une grande flexion hori-

zontale, qui entraînerait le déversement de la poutre. Le second membre de la dernière inégalité doit donc toujours rester supérieur au premier quand on fait varier x entre o et $\frac{L}{2}$, d'où l'on déduit sans peine

$$L^4 < \frac{32\pi^2 EIh}{p}.$$

On obtient par là une limite supérieure que ne doit pas atteindre la quatrième puissance de la longueur L. Dans la pratique, il ne faut pas trop s'approcher de la limite, afin d'avoir une certaine sécurité. M. Périssé estime qu'on ne devrait pas dépasser la moitié de cette limite, adoptant ainsi (par une simple appréciation arbitraire) un *coefficient de sécurité* égal à 2. On arrive de cette manière à la condition

$$(1) \qquad L \leqq 2\sqrt{\pi}\sqrt[4]{\frac{EIh}{p}}.$$

» Le point de vue auquel s'est placé M. Périssé pour démontrer ce résultat semble bien difficile à justifier. Dans la théorie connue des pièces chargées debout, on suppose un prisme soumis à des compressions égales, agissant aux deux extrémités suivant son axe primitif, aucune autre force n'étant appliquée dans l'intervalle; la pièce est d'ailleurs parfaitement libre, à part l'obligation, pour les deux points extrêmes de l'axe, de rester sur la droite suivant laquelle agissent les forces de compression. Or, la partie ci-dessus considérée de la plate-bande supérieure ne remplit pas ces conditions, puisqu'elle fait corps avec le reste de la poutre et supporte en conséquence des réactions sur toute sa longueur. La formule qu'on a prise pour point de départ ne saurait donc s'appliquer rigoureusement, et ses conséquences n'offrent pas un degré complet de certitude.

» Sans méconnaître la portée de cette objection, M. Périssé nous a fait savoir qu'il avait appliqué la formule (1) à un certain nombre de poutres construites, et, depuis la présentation de son Mémoire, il a fourni sur ce point particulier des renseignements complémentaires. Suivant lui, quand la longueur réellement adoptée dépasse la limite indiquée par le second membre de l'inégalité (1), les poutres se déversent latéralement, à moins cependant que cet effet ne soit empêché par le contreventement supérieur ou par les montants verticaux. L'inégalité en question aurait donc tout au moins la valeur d'une formule empirique; mais les faits à l'appui de cette conclusion sont trop peu nombreux pour qu'on puisse la regarder comme bien établie.

» En résumé, M. Périssé a étudié un problème qui s'impose à l'attention des constructeurs et dont la solution théorique n'existe pas encore. S'il n'a pas donné cette solution, il a cependant fourni des éléments pour y arriver et il a ainsi réalisé un certain progrès. Nous proposons à l'Académie de l'encourager à poursuivre ses recherches et de lui adresser des remercîments pour son intéressante Communication. »

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la pile secondaire de M. C. Faure.* Note de M. E. REYNIER, présentée par M. Dumas.

(Commissaires . MM. Dumas, Fizeau, Edm. Becquerel.)

« Les belles recherches de M. Gaston Planté, sur la polarisation des voltamètres, ont conduit ce savant physicien à l'invention des couples secondaires à lames de plomb, devenus classiques; ces couples accumulent et *emmagasinent*, pour ainsi dire, l'électricité produite par un électromoteur quelconque. On sait que M. Planté est parvenu à donner à ses couples une capacité d'emmagasinement assez grande, au moyen de charges et de décharges successives opérées méthodiquement, ce travail de *formation* ayant pour effet « de développer à la surface du plomb, et jusqu'à une » certaine profondeur dans l'épaisseur des lames, des couches d'oxyde et » de métal réduit, dont l'état de division est favorable au développement » du courant secondaire (1) ».

» Un couple Planté de $0^{mq},50$ de surface, convenablement *formé*, peut emmagasiner une quantité d'énergie électrochimique capable de rougir, pendant dix minutes, un fil de platine de $0^{m},001$ de diamètre sur $0^{m},08$ de longueur.

» Ces résultats importants ont reçu diverses applications pratiques; mais c'est surtout pour les recherches scientifiques que M. Planté s'est appliqué à en tirer parti. Par la décharge en *tension* d'un grand nombre de couples secondaires, préalablement chargés en *quantité*, il est parvenu à obtenir des tensions électriques très élevées, qu'il a encore accrues à l'aide de sa machine rhéostatique.

(1) G. PLANTÉ, *Recherches sur l'électricité*. Paris, 1879.

» Pendant que la pile Planté prenait ainsi dans les laboratoires une place de plus en plus importante, quelques ingénieurs voyaient en elle la solution générale du transport et de la distribution de l'électricité, et par conséquent de l'énergie sous toutes ses formes : force, chaleur, lumière, énergie chimique, etc. Mais, pour obtenir ces résultats, il fallait donner à l'appareil une plus grande capacité d'emmagasinement, avec un poids et un volume moindres.

» Les essais infructueux tentés dans ce but par divers électriciens avaient mis en relief les difficultés du problème. La solution semblait donc renvoyée à une date lointaine, quand M. Faure est venu apporter d'importants perfectionnements, qui permettent d'obtenir l'accumulation industrielle de l'électricité.

» La pile secondaire de M. Faure dérive directement de la pile Planté; ses électrodes sont en plomb et plongent dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique; mais sa *formation* est plus profonde et plus rapide. Dans la pile de M. Planté, la formation est limitée par l'épaisseur des lames de plomb. M. Faure donne rapidement à ses couples un pouvoir d'accumulation presque illimité, en recouvrant les électrodes d'une couche de plomb spongieux, formée et retenue de la manière suivante.

» Les deux lames de plomb du couple sont individuellement recouvertes de minium ou d'un autre oxyde de plomb insoluble, puis entourées d'un cloisonnement en feutre, solidement retenu par des rivets de plomb; ces deux électrodes sont ensuite placées, l'une près de l'autre, dans un récipient contenant de l'eau acidulée. Si elles sont d'une grande longueur, on les roule en spirale, comme l'a fait M. Planté. Le couple étant ainsi monté, il suffit, pour le former, de le faire traverser par un courant électrique, qui amène le minium à l'état de peroxyde sur l'électrode positive et à l'état de plomb réduit sur l'électrode négative. Dès que toute la masse a été électrolysée, le couple est formé et chargé.

» Quand on le décharge, le plomb réduit s'oxyde et le plomb peroxydé se réduit, jusqu'à ce que le couple soit redevenu inerte. Il est alors prêt à recevoir une nouvelle charge d'électricité.

» Pratiquement, on peut emmagasiner ainsi une quantité d'énergie capable de fournir un travail extérieur de 1 cheval-vapeur pendant une heure, dans une pile Faure de 75^{kg}. Des calculs, basés sur les données de la Thermochimie, nous démontrent que ce poids pourra être beaucoup diminué.

» Le *rendement* de la pile secondaire de M. Faure peut, dans certaines conditions, atteindre 80 pour 100 du travail dépensé pour la charger. Dans

une prochaine Note, je montrerai que ce rendement élevé, d'ailleurs constaté par des expériences précises, est en parfait accord avec la théorie.

» Quant aux résultats industriels considérables que nous promet, à bref délai, l'accumulateur d'électricité de M. Camille Faure, nous n'en parlerons ici que pour en rapporter en grande partie le mérite aux travaux persévérants et désintéressés de M. Planté, qui ont été le point de départ de l'invention soumise aujourd'hui à l'Académie. »

M. D. Carrère adresse un complément à ses Communications sur la résolution de l'équation du sixième degré.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. L. Pilleux adresse une nouvelle Note sur la thermo-électricité.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Ch. Brame adresse, par l'entremise de M. E. Blanchard, une Note intitulée « État naturel des cyclides et des encyclides; cyclides multiples dans les trois règnes ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Bresse est désigné pour remplacer feu le général Morin dans la Commission nommée pour examiner un Mémoire de M. *Graeff* sur les expériences du réservoir du Furens.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, adressée à Lacroix par Ampère, à l'époque où il était professeur au Lycée de Lyon.

Cette Lettre fait partie des papiers manuscrits qui avaient été légués par Lacroix à son élève, M. Louis Debauge, et que M. Debauge a légués lui-même, en 1870, à M. Ch. Levesque, notre confrère de l'Académie des Sciences morales et politiques.

M. Ch. Levesque a fait don de ces manuscrits à la bibliothèque de l'In-

stitut en 1879. Ils ont été classés et catalogués par M. Ludovic Lalanne, avec le soin et l'habileté qu'on lui connaît.

« Lyon, le 20 germinal an XII.

» Monsieur,

» C'est avec la plus vive reconnaissance que j'ai reçu la réponse que vous avez eu la bonté de me faire au sujet de la démonstration relative à l'égalité des prismes inverses, que je vous avais envoyée avec une seconde démonstration sur l'égalité de deux tétraèdres inverses. Cette dernière était celle que j'avais eu le plus de plaisir à trouver, parce qu'elle s'étend à tous les polyèdres inverses lorsqu'on les décompose en tétraèdres, et parce qu'elle est fondée sur cette considération assez remarquable, dont je ne sache pas que personne ait encore eu l'idée : *Si l'on divise de deux manières différentes un parallelipipède en deux prismes triangulaires égaux, deux de ceux-ci, résultant de deux coupes différentes, laisseront, lorsqu'on en retranchera la partie commune, deux tétraèdres inverses, qui seront ainsi démontrés égaux.*

» La complaisance que vous avez eue, Monsieur, de donner à l'examen de cette démonstration quelques-uns de vos moments, malgré les recherches importantes et les Ouvrages utiles qui semblent devoir les réclamer exclusivement, me fait espérer que vous daignerez aussi jeter les yeux sur le Mémoire relatif aux contacts des courbes, et spécialement des paraboles osculatrices, que j'ai présenté à l'Institut national par l'entremise de M. Delambre, il y a près de huit mois, et sur lequel j'espérais un Rapport, dont je crois que vous aviez encore eu la bonté de vous charger.

» Je vous demande pardon, Monsieur, de tant de demandes indiscrètes; mais, si vous connaissiez ma position, vous me pardonneriez les efforts que je cherche à faire pour me faire connaître de ces grands hommes qui ont changé la face des Mathématiques, et entre lesquels vous tenez, Monsieur, un rang si distingué. Peu de temps après ma nomination au Lycée de Lyon, j'ai vu s'éteindre pour moi toute espérance de bonheur; la perte de tout ce qui m'attachait à la vie m'a rendu le séjour de cette ville insupportable; je n'y suis resté que dans l'espérance que quelque occasion se présenterait de changer la place que j'y occupe contre un emploi quelconque relatif aux Mathématiques, et qui me donnât les moyens de perfectionner mes connaissances et d'ajouter peut-être à la Science quelques idées nouvelles. Avec quel empressement je quitterais la place que j'occupe actuellement si je trouvais l'occasion de me placer à Paris, d'une manière même infiniment moins avantageuse ! Il me semble que la vue des mathématiciens que je n'ai pu jusqu'à présent admirer que de loin m'exciterait à mériter leur suffrage et me donnerait des forces nouvelles. Ici je n'en trouve pas même assez en moi pour achever un Mémoire commencé depuis longtemps, sur une nouvelle branche de Calcul intégral que je crois avoir découverte. Vous sentez, Monsieur, que ces projets, vaines rêveries d'un homme qui s'agite sous le poids d'une existence empoisonnée par les plus grandes pertes, me font désirer bien vivement qu'il n'en arrive pas à mon Mémoire sur les contacts des courbes comme à celui que j'avais présenté il y a un an à l'Institut national sur l'application des formules du Calcul des variations à la Mécanique. M. Biot avait été chargé d'examiner ce dernier, et je n'en ai plus entendu parler. Pardon encore une fois, Monsieur, de vous entretenir si longuement de détails qui ne regardent que moi. Daignez recevoir avec bonté, Monsieur, l'hommage de la reconnaissance et de la

profonde estime avec lesquelles j'ai l'honneur de vous prier d'agréer mes respects et mon dévouement.

» A. Ampère. »

M. le Secrétaire perpétuel ajoute que le vœu exprimé par cette Lettre d'Ampère n'a pas tardé à être entendu, comme le montrent les conclusions d'un Rapport lu à l'Académie, le lundi 26 germinal an XII, par Biot, au nom d'une Commission qui se composait de Lagrange et de Biot. Ce Rapport, après avoir analysé le Mémoire d'Ampère « Sur l'application générale des formules du calcul des variations aux problèmes de la Mécanique », se termine par la phrase suivante :

« Tels sont les théorèmes démontrés par le citoyen Ampère; ils prouvent autant de sagacité que les réflexions précédentes annoncent de justesse, et les géomètres savent que, s'il est aisé d'apprendre le mécanisme du calcul, il est beaucoup plus difficile et plus rare d'en approfondir la métaphysique et d'en bien saisir la philosophie. Nous pensons que ce Mémoire est très digne de l'approbation de la Classe et mérite d'être imprimé dans le *Recueil des Savants étrangers*.

» Signé à la minute : Lagrange et Biot.

» La Classe approuve le Rapport et en adopte les conclusions. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Lettre de M. Hermite à M. Mittag-Leffler, imprimée dans les *Actes de la Société des Sciences de Finlande* et intitulée « Sur quelques points de la théorie des fonctions ».

M. Hermite expose, après M. Weierstrass et en se plaçant à un autre point de vue, une nouvelle démonstration d'un beau et important théorème de M. Mittag-Leffler, qui donne l'expression analytique générale des fonctions uniformes lorsqu'elles n'ont que des discontinuités polaires. Les formules que Cauchy a tirées du calcul des résidus ne représentent de telles fonctions qu'autant que la série infinie des fractions simples ou les produits infinis auxquels elles conduisent sont convergents, et l'on sait que pour les fonctions trigonométriques et elliptiques ces séries et ces produits sont semi-convergents, c'est-à-dire que l'ordre des termes a une influence sur leur valeur. La belle découverte du jeune géomètre suédois fait disparaître ces difficultés et conduit par une voie nouvelle à la conception analytique profonde des facteurs primaires que M. Weierstrass a exposée dans son célèbre Mémoire sur les fonctions uniformes d'une variable.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Voyage dans la Patagonie australe (1876-1877) », publié en langue espagnole par M. *Fr.-P. Moreno* (2e édition).

(Cet Ouvrage sera renvoyé à l'examen de M. Boussingault.)

GÉOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre de Chio*. Extrait d'une Lettre de M. **de Pellissier** à M. Dumas.

« M. **de Pellissier**, consul général à Smyrne, en rappelant que les journaux ont déjà fait connaître les malheurs éprouvés par la population de l'île de Chio, à l'occasion du tremblement de terre qui vient de sévir sur elle, ajoute qu'on ne saura jamais à quel chiffre s'élève le nombre des victimes, soit dans la capitale, comptant dix-huit mille habitants, soit dans la campagne : on les compte par milliers. Il ne reste pas une maison dans la ville turque, et dans la ville grecque fort peu sont restées debout. A peu d'exceptions près, tout est à abattre et à reconstruire. Les villages de l'île ont été plus maltraités encore que la ville elle-même.

» A Smyrne, on a éprouvé de fortes secousses, mais on n'a pas eu de nouveaux malheurs à déplorer. Ainsi épargnée, Smyrne, placée à six heures de Chio, a pu devenir un refuge pour les blessés, et le consulat lui-même s'est transformé en un vaste atelier où l'on prépare tous les moyens de traitement ou de pansement réclamés par les médecins et par les chirurgiens. Deux officiers du consulat ont été envoyés à Chio. Voici le Rapport adressé par l'un d'eux, M. Lacau, au consul général :

« Monsieur le consul général,

» Après l'exposé que j'ai eu l'honneur de vous faire dans mon Rapport n° 1, daté du 6 avril, des résultats si concluants dus à votre énergique direction et au dévouement de Mme de Pellissier, j'ai pensé, Monsieur le consul général, que vous seriez désireux d'avoir quelques renseignements sur le phénomène qui assiège l'Archipel depuis un an déjà et dont les effets viennent d'éprouver si cruellement l'île entière de Chio.

» C'est le dimanche 3 avril que la première secousse s'est produite, à $1^h 40^m$ de relevée; sa durée a été de dix secondes au maximum. C'est à la suite de cette première secousse que 99 pour 100 de la ville ont été détruits. L'amplitude de cette première oscillation a été calculée entre $0^m,15$ et $0^m,20$ par M. Henriet, ingénieur français, mis par le Gouvernement français à la disposition du Gouvernement ottoman pour la construction des quais de Chio. Vingt minutes après, une seconde oscillation presque aussi violente, puis une troisième égale en intensité, se produisant à 3^h après midi, venaient achever l'œuvre de destruction à peu près accomplie par la première. Jusqu'au 5 avril on a compté deux cent cinquante secousses, dont

trente ou quarante jugées susceptibles de renverser un mur solidement établi. Toutes les oscillations se sont produites dans le sens de l'est à l'ouest. Les lézardes, comme j'ai pu le constater dans toutes les parties de la ville praticables aux piétons, commencent toutes direction est, partie inférieure, pour finir à la partie supérieure en courant vers l'ouest. Il est à remarquer que le palais du gouverneur, situé non loin du rivage, se signalant par la légèreté de sa construction, mais chaîné sur tout son pourtour à la hauteur de chaque étage, a tenu contre toutes les secousses, tandis que son mur de clôture, dont l'épaisseur était de $0^{m},70$, a été entièrement renversé.

» De même, le seul minaret de la ville bâti en pierres de taille a résisté, sauf le bobêchon, qui a culbuté, tandis que tous les autres minarets construits en maçonnerie sont détruits de fond en comble.

» Les indices précurseurs du tremblement de terre (la même observation a du reste été faite à Smyrne l'année dernière) sont les suivants : la mer unie comme une glace, le ciel couvert, l'atmosphère pesant lourdement sur la terre, et le vent soufflant du sud.

» Il est à remarquer encore que Chio se trouve sur le parcours de la ligne volcanique qui comprend également Ischia, où le phénomène destructeur s'est produit il y a trois semaines environ. Le désastre qui vient de surprendre Chio est donc la suite du travail souterrain dont Ischia subissait l'atteinte il y a trois semaines.

» Veuillez agréer, etc.

» Signé : MARY LACAU,

» *drogman, chancelier du consulat de France à Smyrne.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. POINCARÉ.**

« J'ai étudié en particulier les fonctions fuchsiennes $f(z)$ telles que, si l'on pose

$$x=f(z),\quad y_1=\sqrt{\frac{df}{dz}},\quad y_2=z\sqrt{\frac{df}{dz}},$$

y_1 et y_2 satisfassent à une équation de la forme

$$\frac{d^2y}{dx^2}=y\,\varphi(x), \tag{1}$$

φ étant rationnel en x.

» J'ai reconnu : 1° que les points singuliers de l'équation (1) qui sont les infinis de $\varphi(x)$ sont tous réels ; 2° que l'on peut choisir $f(z)$ de telle façon que ces infinis de $\varphi(x)$ soient aussi nombreux que l'on veut, et aient telles valeurs réelles que l'on veut.

» En introduisant les fonctions zétafuchsiennes qui correspondent à ces fonctions $f(z)$, on intègre *toutes les équations linéaires à coefficients rationnels dont tous les points singuliers sont réels.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes.*
Note de M. **H. Poincaré.**

« *Première remarque.* — Les p équations

$$(1)\quad \begin{cases} \Theta(x_1+\lambda_{1,1},\ x_2+\lambda_{2,1},\ \ldots,\ x_p\lambda_{p1})=0, \\ \Theta(x_1+\lambda_{1,2},\ x_2+\lambda_{2,2},\ \ldots,\ x_p\lambda_{p2})=0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \Theta(x_1+\lambda_{1,p},\ x_2+\lambda_{2,p},\ \ldots,\ x_p\lambda_{pp})=0 \end{cases}$$

ont $1\times 2\times 3\times\ldots\times p$ solutions communes, outre celles qu'on en déduit par l'addition des périodes. Elles ne sont jamais impossibles. De plus, *en général,* on ne peut choisir les λ de telle façon qu'elles cessent d'être distinctes. En supposant que la fonction Θ considérée doit son origine à un système d'intégrales abéliennes, je montre à quelle condition on pourra choisir les λ de telle façon que les équations (1) cessent d'être distinctes.

» *Deuxième remarque.* — M. Picard, dans deux Notes du 21 février et du 7 mars, a montré que les fonctions abéliennes se ramènent, dans certains cas, aux fonctions elliptiques; de même les fonctions abéliennes peuvent, dans certains cas, se ramener à des fonctions abéliennes d'un moins grand nombre de variables. C'est ce qui donne l'explication d'une anomalie que j'avais remarquée.

» Une fonction Θ de p variables dépend de $\frac{p(p+1)}{2}$ paramètres qui sont les périodes α_{ik}. Or une relation de genre p,

$$f(x, y)=0,$$

peut être supposée de degré $p+1$ (Clebsch et Gordan, *Theorie der Abelschen Functionen*). Elle dépend alors seulement de $4p+2$ paramètres.

» Supposons donc que, choisissant arbitrairement les $\frac{p(p+1)}{2}$ paramètres α_{ik}, on forme une fonction Θ, que j'appelle Θ_1, et avec elle p fonctions abéliennes à $2p$ périodes

$$F_1,\ F_2,\ \ldots,\ F_p.$$

» Les équations

$$F_1=u,\quad F_2=F_3=\ldots=F_p=0$$

définissent x_1 en fonction de u; on aura

$$x_1 = \int \varphi(u, v)\, du,$$

φ étant rationnel en u et v, et v étant lié à u par une relation algébrique

$$f(u, v) = 0. \tag{2}$$

» Cette relation ne sera pas, en général, du genre p, puisqu'une relation algébrique du genre p dépend de moins de $\frac{p(p+1)}{2}$ paramètres. Si donc on forme, par les procédés connus, le système d'intégrales abéliennes de première espèce qui correspondent à la relation (2), puis la fonction Θ correspondante, cette fonction Θ aura plus de p variables, et pourtant elle devra se ramener à la fonction Θ_1, qui n'en a que p. On voit donc là un des exemples de ces réductions, qui ont été étudiées par M. Picard.

» *Troisième remarque.* — Soit

$$F(u_1, u_2, \ldots, u_p)$$

une fonction abélienne à p variables et $2p$ périodes. M. Appell substitue à la place de u_i l'intégrale abélienne $u^{(i)}(x, y)$, et il arrive à ramener la fonction F à une fonction d'une seule variable. Cette fonction se décompose alors en éléments simples de la forme

$$A \frac{d}{du_k} L\,\Theta[u^{(i)}(x, y) + G_i].$$

» Bornons-nous au cas de deux variables; le résultat de M. Appell est susceptible d'être présenté sous une autre forme et en même temps d'être généralisé. Envisageons la fonction abélienne

$$F(u_1, u_2),$$

et supposons que u_1 et u_2 soient liés par la relation

$$\Theta(u_1 + \lambda_1, u_2 + \lambda_2) = 0.$$

F se décompose alors en éléments simples, qui sont de la forme

$$A \frac{d}{du_1} L\Theta(u_1 + G_1, u_2 + G_2) \quad \text{ou} \quad A' \frac{d}{du_2} L\Theta(u_1 + G'_1, u_2 + G'_2),$$

en supposant qu'il n'y ait pas d'infini multiple.

» Ce résultat n'est pas susceptible de généralisation dans le cas où il y a plus de deux variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions dont les logarithmes sont des sommes d'intégrales abéliennes de première et de troisième espèce.* Mémoire de M. **P. Appell.** (Extrait par l'auteur.)

« Soient x et y deux variables liées par une équation algébrique $F(x, y) = 0$, représentant une courbe d'ordre m et de genre p. Les fonctions que je considère dans ce Mémoire comme analogues des fonctions doublement périodiques de seconde espèce sont des fonctions du point analytique (x, y) qui n'ont, sur toute la sphère, d'autres points singuliers que des pôles et des points critiques algébriques, à savoir les points critiques de la fonction y de x; de plus, ces fonctions se reproduisent multipliées par un facteur constant quand le point (x, y) décrit un cycle quelconque.

» Comme je l'ai montré précédemment (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 972), ces fonctions servent à intégrer une classe d'équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de x et y, telles que l'intégrale générale n'ait d'autres points singuliers que des pôles et des points critiques algébriques (les points critiques de la fonction y de x), et que la variation de l'intégrale quand le point (x, y) décrit différents cycles soit indépendante de l'ordre de succession des cycles.

» Désignons par

$$u^{(1)}(x, y),\ u^{(2)}(x, y),\ \ldots,\ u^{(p)}(x, y)$$

les intégrales abéliennes normales de première espèce relatives à la courbe $F = 0$, et par

$$\begin{array}{lllllll} \omega_1^{(i)} = 0, & \omega_3^{(i)} = 0, & \ldots, & \omega_{2i-1}^{(i)} = 2\pi\sqrt{-1}, & \ldots, & \omega_{2p-1}^{(i)} = 0, \\ \omega_2^{(i)} = 2\alpha_{i1}, & \omega_4^{(i)} = 2\alpha_{i2}, & \ldots, & \omega_{2i}^{(i)} = 2\alpha_{ii}, & \ldots, & \omega_{2p}^{(i)} = 2\alpha_{ip} \end{array}$$

les $2p$ périodes normales de l'intégrale $u^{(i)}(x, y)$. Lorsque le point (x, y) décrit le cycle correspondant à la période $\omega_k^{(i)}$, l'une des fonctions $\Phi(x, y)$ que nous considérons se reproduit multipliée par un facteur ou multiplicateur μ_k. Il existe $2p$ multiplicateurs μ_k correspondant respectivement aux $2p$ cycles qui donnent les périodes normales.

» Soit $\Theta(u_i)$ la fonction Θ de p variables formée avec les périodes normales (Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, p. 114). On a déjà une pre-

mière expression de la fonction $\Phi(x, y)$ en prenant

$$(1) \qquad \Phi(x, y) = e^{\lambda_1 u^{(1)}(x,y) + \ldots + \lambda_p u^{(p)}(x,y)} \frac{\Theta[u^{(i)}(x, y) - k_i - g_i]}{\Theta[u^{(i)}(x, y) - k_i]} \mathrm{R}(x, y),$$

$\mathrm{R}(x, y)$ désignant une fonction rationnelle de x et y, λ_i, g_i et k_i des constantes. Les p constantes k_i sont arbitraires; les $2p$ constantes λ_i et g_i sont déterminées par les équations suivantes, qui expriment que la fonction Φ admet $2p$ multiplicateurs donnés μ_k :

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \mu_{2i-1} = e^{2\pi\sqrt{-1}\lambda_i} \\ \mu_{2i} \quad = e^{2(\lambda_1 \alpha_{1i} + \lambda_2 \alpha_{2i} + \ldots + \lambda_p \alpha_{pi}) + g_i} \end{array} \right\} \quad (i = 1, 2, \ldots, p).$$

Ces équations donnent toujours un système de valeurs pour ces constantes; les λ_i sont déterminés à des entiers près et les g_i à des multiples près de périodes conjuguées.

» Cela posé, j'indique pour les fonctions telles que $\Phi(x, y)$ une formule de décomposition en éléments simples analogue à celle que M. Hermite a donnée pour les fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

» J'écarte d'abord le cas exceptionnel où les constantes g_i seraient nulles à des multiples près de périodes conjuguées, c'est-à-dire où les $2p$ multiplicateurs μ_k seraient de la forme

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \mu_{2i-1} = e^{2\pi\sqrt{-1}\lambda_i} \\ \mu_{2i} \quad = e^{2(\lambda_1 \alpha_{1i} + \lambda_2 \alpha_{2i} + \ldots + \lambda_p \alpha_{pi})} \end{array} \right\} \quad (i = 1, 2, \ldots, p).$$

Ce cas exceptionnel est analogue à celui qui se présente déjà pour les fonctions doublement périodiques de seconde espèce et qui a été signalé d'abord par M. Fuchs (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3e série, t. IV, p. 132), puis étudié d'une façon plus approfondie par M. Mittag-Leffler (*Comptes rendus*, t. XC, p. 177).

» Lorsque les multiplicateurs n'ont pas cette forme exceptionnelle (3), l'élément de la décomposition est la fonction

$$(4) \qquad \mathfrak{F}(x, y; \xi, \eta) = \mathrm{A}\, e^{\sum_{i=1}^{i=p} \lambda_i u^{(i)}(x,y)} \frac{\Theta[u^{(i)}(x, y) - u^{(i)}(\xi, \eta) + h_i - g_i]}{\Theta[u^{(i)}(x, y) - u^{(i)}(\xi, \eta) + h_i]},$$

où

$$(5) \qquad h_i = \mathrm{C}_i - \sum_{k=1}^{k=p-1} u^{(i)}(x_k, y_k).$$

Cette fonction $\mathfrak{F}$ admet les mêmes multiplicateurs que la fonction Φ à décomposer; elle devient infinie du premier ordre aux p points

$$(\xi, \eta),\ (x_1, y_1),\ (x_2, y_2),\ \ldots,\ (x_{p-1}, y_{p-1}).$$

De ces p points, les $p-1$ derniers (x_k, y_k) sont entièrement arbitraires; le premier seul (ξ, η), qui est mis en évidence, reçoit, dans la formule de décomposition, des valeurs déterminées, à savoir les valeurs qui rendent $\Phi(x, y)$ infinie. La constante A qui figure dans l'expression (4) est déterminée de façon que le résidu de l'une des valeurs de $\mathfrak{F}$ relatif à l'infini $x = \xi$ soit égal à l'unité.

» La formule générale de décomposition des fonctions telles que $\Phi(x, y)$, que l'on obtient de cette façon, conduit, quand les constantes λ_i et g_i tendent vers zéro, à la formule donnée par Roch pour la décomposition d'une fonction rationnelle en éléments simples (voir *Journal de Crelle*, t. 84, p. 294, Lettre de M. Lindemann à M. Hermite).

» Le cas exceptionnel où les multiplicateurs μ_k ont la forme (3) peut aussi se déduire comme limite du cas général; mais il est plus simple de le traiter directement, en s'appuyant sur la formule de Roch. Dans ce cas, l'élément de la décomposition est la fonction

$$A e^{\lambda_1 u^{(1)}(x,y) + \cdots + \lambda_p u^{(p)}(x,y)} Z(\xi, \eta),$$

où $Z(\xi, \eta)$ est l'intégrale abélienne normale de seconde espèce dont le pôle se trouve au point (ξ, η). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formules de représentation des fonctions* (¹). Note de M. P. du Bois-Reymond, présentée par M. Hermite.

« Distinguons les conditions qui permettent de représenter une valeur particulière de la fonction arbitraire de celles que prescrirait sa représentabilité dans un intervalle entier. Nous ne nous occuperons pas de ces dernières, qui, par exemple, imposent aux fonctions discontinues un genre restreint de discontinuités. Quant aux premières, il faut encore distinguer des *conditions de point* et des *conditions d'intervalle*, celles-là n'exigeant qu'un certain mode d'approche de la fonction à sa valeur à représenter, tandis que celle-ci prescrit la même condition pour toutes les valeurs de la fonction dans un intervalle $0 \ldots \varepsilon$, aussi petit que l'on voudra.

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 915.

» Évidemment la condition du n° 3 dans sa première forme est une condition d'intervalle; celles de la convergence des intégrales

$$\int_0^\iota d\alpha \operatorname{mod} f'(\alpha), \quad \int_0^\iota \frac{d\alpha}{\alpha} \operatorname{mod}[f(\alpha) - f(0)],$$

au contraire, sont des conditions de point. C'est principalement aux conditions de point que viseront les efforts de la Science. Elles sont l'expression la plus abstraite du problème de la représentation des fonctions. Aussi la transformation exposée au n° 3 de la condition de Dirichlet en une condition de point est-elle le nerf de l'analyse dont je viens d'indiquer la marche et quelques résultats.

6. En faisant $f(x) - f(0) = \frac{\lambda(x)}{\rho(x)}$, on peut déterminer $\rho(x)$ en sorte que cette fonction devienne infinie pour $x = 0$, avec des différences constamment négatives, et que $\lim\limits_{x=0} \lambda(x)$ ne soit ni infini ni zéro. Nommons la fonction $\rho(x)$ *le degré de continuité* de la fonction $f(x)$ pour $x = 0$. Il est évident qu'il jouera un grand rôle dans les conditions de point. En introduisant la fonction $\rho(x)$, on a

$$j = \int^\iota \frac{d\alpha}{\alpha} \operatorname{mod}[f(\alpha) - f(0)] = \int_0^\iota d\alpha \frac{\operatorname{mod} \lambda(\alpha)}{\alpha \rho(\alpha)}.$$

Cela nous apprend que, si l'intégrale $\int_0 \frac{d\alpha}{\alpha \rho(\alpha)}$ est finie, il suffit que $\lambda(x)$ soit intégrable, et que, si elle est infinie, $\lambda(x)$ devra osciller de manière à rendre l'intégrale j convergente. Mais il ne sera pas nécessaire que $\lambda(x)$ s'évanouisse pour $x = 0$, par exemple, quand $\rho(x)$ est égale à $\log \frac{1}{x}$.

» 7. Les formules de représentation de Fourier répondent au cas spécial $\Phi(x, h) = \frac{\sin xh}{x}$, et l'on peut s'attendre à trouver la théorie particulière de ces formules ébauchée assez imparfaitement par la théorie générale. Or, il paraît qu'il n'est pas facile de trouver pour les cas spéciaux de $\Phi(x, h)$ des conditions s'accordant mieux avec les faits que les conditions générales. Peut-être aussi n'est-ce pas une entreprise bien raisonnable que de vouloir passer au tamis d'une seule fonction $\Phi(x, h)$ la multitude illimitée d'espèces de fonctions possibles. Guidé par des réflexions pareilles, je suis finalement entré dans une nouvelle voie. J'ai cherché les conditions pour la représentation d'une forme spéciale de fonctions $f(x)$, généralisable ensuite.

J'ai choisi la forme $\frac{\cos\psi(x)}{\rho(x)}$, $\rho(x)$ étant le degré de continuité pour $x = 0$ et $\psi(x)$ devenant infinie pour $x = 0$, d'abord sans maxima, puis avec maxima. Ces recherches ont jeté en effet un nouveau jour sur la question de la représentabilité, et leurs nombreux résultats pourront servir à estimer la portée des conditions générales qui se présenteront à mesure qu'on avancera dans la théorie ([1]).

» M. Hermite m'a fait l'honneur de communiquer dans les *Comptes rendus* ce résultat, que pour certaines fonctions $\psi(x)$ pourvues de maxima les fonctions $f(x)$ ne sont plus représentables par les formules de Fourier. J'ajoute que le degré de continuité des fonctions non représentables peut au moins monter jusqu'à $\frac{1}{\log\frac{1}{x}}$, d'où il suit que $f(x) = f(0) + \frac{\lambda(x)}{\log\frac{1}{x}}$ ne saurait être représentable pour une fonction $\lambda(x)$ quelconque, mais que $\lambda(x)$ doit satisfaire à certaines conditions, ce qui s'accorde avec le n° 6. Quand, au contraire, $\psi(x)$ n'a pas de maxima, $\frac{\psi(x)}{\rho(x)}$ est représentable pour tous les degrés de continuité $\rho(x)$. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la Photographie stellaire.* Note de M. **H. Draper**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. A. Cornu.)

« Je m'empresse de communiquer à l'Académie les progrès récents que j'ai accomplis dans la photographie de la nébuleuse d'Orion.

» Par une durée d'exposition de cent quarante minutes dans le télescope, j'ai réussi à photographier, dans la nébuleuse, des étoiles de grandeur 14,1, 14,2 et 14,7 suivant l'échelle de Poyson. M. le professeur Pickering, de l'Observatoire du Harvard College, a fait pour moi une détermination spéciale de la grandeur de ces étoiles : la plus faible est de la 16e grandeur dans l'échelle d'Herschel.

» Vous voyez donc que la Photographie a reproduit des étoiles presque au minimum de visibilité dans mon télescope de 9 pouces, employé pour cette recherche, et que nous pouvons raisonnablement espérer photographier, avant peu, des étoiles trop faibles pour être vues par l'œil dans cet instrument.

([1]) *Untersuchungen über die Convergenz und Divergenz der Fourierschen Darstellungsformeln.* (*Abhandl. d. bayer. Akad. d. W.*, II Cl., XII Bd, II Abth.).

» La nébuleuse s'étend sur une surface d'environ 15′ en diamètre, la limite précise étant difficile à établir, car l'éclat est plus faible dans les parties extérieures. Les étoiles du Trapèze sont nettement séparées, et la définition est beaucoup meilleure que dans l'épreuve que je vous ai précédemment envoyée.

» J'ai l'intention d'obtenir quelques reproductions photographiques d'après les meilleurs clichés et d'en envoyer un exemplaire, aussitôt que possible, pour mettre sous les yeux de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'électrolyse sur le toluène.* Note de M. Ad. Renard, présentée par M. A. Wurtz.

« Dans un précédent travail (¹), j'ai fait connaître les résultats auxquels je suis arrivé par l'action de l'électrolyse sur la benzine; j'ai répété ces mêmes expériences avec le toluène : ce sont les nouveaux résultats de cette étude que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Après avoir réuni une quantité suffisante de liquide électrolysé, on y ajoute environ deux à trois fois son volume d'eau : on voit aussitôt remonter une abondante couche huileuse, qui, séparée du liquide inférieur, lavée à la soude et séchée, a été soumise à la distillation. On obtient d'abord une forte proportion de toluène ayant échappé à la réaction, puis le thermomètre monte rapidement jusqu'à 190°. Cette dernière portion de la distillation, agitée avec du bisulfite de sodium, donne un abondant magma cristallin qui, exprimé et distillé avec une solution concentrée de carbonate de sodium, fournit de l'hydrure de benzoyle.

» Le liquide aqueux séparé du toluène, après avoir été saturé par de la craie, est filtré et évaporé pour chasser l'alcool; on le décolore sur du noir animal, puis on y ajoute une solution d'acétate de plomb. La liqueur filtrée, additionnée d'ammoniaque et d'une nouvelle quantité d'acétate de plomb, donne un abondant précipité, qui, reçu sur un filtre et lavé, est ensuite décomposé, en suspension dans l'eau, par un courant d'hydrogène sulfuré.

» On filtre pour éliminer le sulfure de plomb, et la liqueur, évaporée au bain-marie, abandonne un résidu sirupeux qui, repris par l'alcool fort pour éliminer les sels de chaux qu'il renferme, est évaporé dans le vide, après avoir été filtré à plusieurs reprises sur du noir animal. On obtient

(¹) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 175.

alors une masse amorphe, solide, déliquescente, assez fortement colorée en brun, possédant toutes les propriétés de la phénose, et qui, à l'analyse, a fourni les résultats suivants :

		$C^6H^6(OH)^6$.
C....................	41,40	41,31
H....................	6,53	6,53

» Si, au lieu de faire usage de toluène pur, on soumet à l'électrolyse un toluène renfermant un peu de benzine, on obtient, outre la phénose, une petite quantité du benzoglycol $C^6H^6(OH)^2$, dont j'ai signalé la formation dans l'électrolyse de la benzine; mais avec le toluène pur il ne se produit que de la phénose. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure et texture comparée de la poche du noir, chez les Céphalopodes des côtes de France.* Note de M. P. Girod, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait connaître la structure et la texture de la poche du noir de la *Sepia officinalis;* dans le travail que je présente aujourd'hui à l'Académie, je désire compléter ces données premières par l'étude comparée de l'organe chez les autres Céphalopodes qui le possèdent ([1]). Les espèces observées se groupent autour de quatre types : *Sepia officinalis, Loligo vulgaris, Sepiola Rondeleti, Octopus vulgaris.* Le premier est connu; nous allons lui comparer les trois autres.

» *Loligo vulgaris.* — La poche est beaucoup moins développée que chez la Seiche, mais présente la même structure générale. L'incision sur la ligne médiane antérieure permet de reconnaître, après lavage, une glande appliquée sur la paroi postérieure du réservoir. Ce réservoir est d'une capacité bien moins considérable et la glande présente une indépendance plus complète; toute sa partie supérieure est libre, en sorte qu'on pourrait comparer sa forme générale à celle d'un bonnet phrygien, dont le bord limitant l'ouverture serait adhérent à la paroi postérieure de la vésicule. C'est sur le point culminant de cette portion libre que se trouve l'orifice qui fait communiquer la glande et le réservoir. Des trabécules constituent la masse de la

([1]) Nos études ont porté sur les nombreuses espèces qui vivent sur les côtes de France et que nous avons pu recueillir, grâce à la bienveillante protection de notre maître, M. de Lacaze-Duthiers, pendant notre séjour au Laboratoire de Roscoff et pendant un hiver passé dans la station méditerranéenne des Pyrénées-Orientales.

glande, présentant une disposition analogue à celle qui a été observée dans le premier type. Mais, tandis que chez la Seiche la partie formatrice de la glande a la forme d'un cône aigu à sommet supérieur, ici, au contraire, le sommet est inférieur et le cône est largement évasé. Il vient s'enfoncer dans l'angle inférieur formé par l'union de la paroi et de la membrane limite de la glande. Ce cône est formé, comme chez la Seiche, de bourgeons pressés, limitant des espaces aréolaires et passant insensiblement à des trabécules limités par un liséré brunâtre et enfin aux trabécules noirs de la zone périphérique.

» *Sepiola Rondeleti.* — La poche de la Sépiole peut présenter deux formes distinctes : elle peut être simple ou trilobée. Dans ce dernier cas, on trouve, de chaque côté de la poche proprement dite, deux corps allongés, adhérant à la masse centrale par un étranglement. Ce dernier état a surtout frappé les observateurs. La figure de Delle Chiaje (*Descriz.*, Tav. II, *fig.* 4, *l*) montre fort bien les deux lobes latéraux dont il est question, et Grant (*Trans. of. the zool. Soc.*, t. I, p. 82) ne semble avoir connu que cet état particulier. Cette dernière erreur s'explique facilement. C'est en effet au moment de la reproduction que la poche de la Sépiole prend, dans les deux sexes, ce développement extraordinaire; or, c'est à cette époque que la Sépiole quitte la haute mer pour gagner les plages de sable échauffées par le Soleil (août, septembre, Roscoff; février, mars, Port-Vendres, Collioure). C'est à ce moment seulement que le naturaliste qui ne possède pas les moyens de porter au large ses engins de pêche peut prendre au filet ce petit Céphalopode. Aussitôt que la fécondation est faite, les Sépioles gagnent de nouveau la haute mer, d'où la drague ou le filet peuvent les ramener; dans ces circonstances, la poche est simple, piriforme. Les recherches de Peters (*Müller's Archiv,* 1842, p. 329, *Pl. XVI*, *fig.* 1, *bb*, et *fig.* 8-10) l'ont amené à voir, dans les masses annexées à la poche, des corps noirs formés d'un tissu glanduleux continu avec celui de la bourse et entourés d'une couche musculaire. Nos recherches, faites sur des animaux frais, nous amènent à des résultats différents, qui sont les suivants :

» La poche à encre de la Sépiole est constituée par une masse centrale, piriforme; elle envoie, de chaque côté, deux prolongements en forme de lames aplaties : l'un, antérieur, qui est arrondi et a la même hauteur que la poche; l'autre, postérieur, allongé et formant au-dessus et au-dessous de la poche un petit cul-de-sac saillant. L'angle dièdre situé entre ces deux prolongements est tapissé par une membrane argentée, élastique et contient une glande allongée, ovoïde, jaunâtre. Cette glande est constituée par une

série de tractus conjonctifs saillants dans l'espace et recouverts par une seule couche de cellules. Celles-ci présentent deux aspects différents : les unes sont petites, cylindriques, à noyau central, à protoplasma granuleux; les autres ont un volume quatre fois plus considérable; elles sont sphériques, à noyau appliqué contre la paroi, à contenu hyalin et transparent. Ces derniers éléments dérivent des premiers, ainsi que le démontrent tous les intermédiaires qui rattachent ces deux formes. Les prolongements latéraux de la poche et la glande plongent dans une masse transparente, limitée en dehors par une membrane très fine, qui s'insère, d'une part sur le bord libre du prolongement postérieur, et d'autre part sur le bord adhérent du prolongement antérieur. Cette membrane limite un véritable réservoir, dont le contenu est la sécrétion de la glande. L'examen le plus attentif ne nous a pas permis de saisir un pore pouvant permettre le passage de la sécrétion, soit à l'extérieur, soit dans l'intérieur de la poche. Quant à la partie médiane piriforme, elle se compose d'un réservoir et d'une glande hémisphérique, rejetée à la partie tout à fait inférieure de la saillie.

» *Octopus vulgaris.* — Ce qui caractérise la poche du Poulpe, c'est l'adhérence très étendue de la partie antérieure de la glande avec la paroi de la vésicule; de cette façon, la partie libre de la glande est réduite à un simple diaphragme circulaire qui traverse la vésicule. Au centre de ce diaphragme, se trouve l'orifice qui donne passage à l'encre sécrétée dans la glande. La zone formatrice confond son axe avec celui de la glande et présente une forme hémisphérique; ses bourgeons sont plus lâches; la disposition concentrique des trabécules est très régulière. On n'observe pas, dans la paroi de la vésicule, de couche élastique argentée.

» Nous nous bornons à l'étude de ces types, devant montrer, dans un Mémoire plus détaillé et accompagné de Planches, les différences secondaires que présentent les autres espèces recueillies. Nos recherches sur la circulation de la poche feront l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les grandes dunes de sable du Sahara.* Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« Si les montagnes des Vosges, a dit M. E. Jourdy [1], constituées » comme elles le sont par une formation de grès et de sables épais de » plusieurs centaines de mètres, se trouvaient sous le ciel inclément du

---

[1] E. Jourdy, *La mer saharienne* (*La Philosophie positive; Revue*, 1875-1876).

» continent africain, elles seraient bientôt rabotées et réduites en pous-» sière; » il y aurait là un grand massif de dunes. De même, en Lorraine, les calcaires du muschelkalk formeraient des plateaux nus et sans terre végétale comme les *hamada;* les marnes irisées, gypseuses et salées, des lignes d'escarpement identiques à celles du désert; enfin, les dépressions de la surface, où se concentreraient les eaux, de véritables *sebkha*. Nous aurions en France un Sahara en miniature.

» La question des dunes a beaucoup divisé les voyageurs au Sahara. Nos observations, au cours de la mission transsaharienne d'El Goleah, confirment l'opinion de Vatonne ([1]), que les dunes sont de formation contemporaine et que leurs éléments proviennent de la désagrégation des roches sous les influences atmosphériques; elles démontrent que l'amoncellement des sables est dû, dans les déserts de l'Afrique comme sur certains rivages de l'Europe, entièrement au vent, dont le rôle, signalé par M. Marès ([2]) et M. Duveyrier ([3]), était contesté par la plupart des géologues s'étant occupés du Sahara; elles mettent en lumière la relation qui existe entre les chaînes de dunes et le relief du sol ; enfin elles permettent d'affirmer que les grandes dunes sont sensiblement fixes en plan et invariables dans leur topographie générale, conclusion intéressante au point de vue pratique.

» On sait que les dunes de sable forment, dans le Sahara septentrional, des accumulations considérables. Ce sont des massifs composés de chaînes distinctes. Dans le Sahara algérien, on a le groupe d'Erg (*erg*, sable, pl. *areg*), se divisant en Erg oriental et Erg occidental, situés respectivement dans les bassins quaternaires du chott Melrir à l'est et de l'oued Guir à l'ouest. Nous avons reconnu que la zone intermédiaire offre seulement quelques chaînes isolées et correspond à l'interposition d'une bande saillante de terrain crétacé, allant du nord au sud, depuis le Mzab jusqu'au Tidikelt. Le quaternaire est le vrai gisement des dunes. M. Pomel ([4]) a dit quel développement énorme présente au Sahara l'atterrissement ancien, en grès argilo-calcaire, et de quelles érosions profondes il a été l'objet : d'où une série complexe d'alluvions en sables et graviers plus ou moins

---

([1]) E. Vatonne, *Mission de Ghadamès*, 1863.

([2]) P. Marès, *Note sur le Sahara au sud de la province d'Oran* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1857).

([3]) H. Duveyrier, *Les Touareg du Nord*, 1864.

([4]) A. Pomel, *Le Sahara*, 1872.

agglutinés par un ciment gypso-calcaire, d'une cohésion faible et parfois presque nulle. Ce sont ces alluvions sableuses, déposées en amont des bas-fonds argileux et salins, qui ont fourni la majeure partie des matériaux des dunes, tant à l'Erg oriental, situé en amont du Melrir, qu'à l'Erg occidental, en amont du Gourara.

» La désagrégation des roches, bien qu'incomparablement moindre, toutes choses égales d'ailleurs, sous un climat sec, est loin d'être nulle au Sahara, et j'en ai vu, le long de l'oued Mya et de l'oued Rir, ainsi que Vatonne auprès de Ghadamès, des exemples frappants. Elle tient ici aux écarts brusques de température, aux ravinements par les pluies, torrentielles quand elles tombent, aux alternatives de dissolution et de cristallisation des sels, etc. De plus, le sable sec transporté par le vent est un agent puissant de dénudation : tel plateau calcaire est poli comme une glace; le flanc de tel monticule est buriné, fouillé et réduit par places à une véritable dentelle de pierre; les escarpements de grès offrent des sillons larges et profonds, dus à de véritables érosions par le sable.

» L'immense surface des terrains d'alluvions, incessamment rongée et remise à nu, se réduit en poudre. C'est ici que le climat saharien joue un rôle décisif dans la formation des dunes. Pas d'humidité, pas de végétation. Rien qui fixe les matières meubles, lesquelles deviennent le jouet des vents. Les vents opèrent un triage, en dispersant les particules ténues, telles que l'argile, et un classement, parmi les grains de quartz résultants, en laissant les gros en place et charriant les fins.

» Pour apprécier l'importance du transport par le vent, il faut aller là où les roches, d'après leur composition, ne peuvent, en se désagrégeant, donner lieu à des sables siliceux, et où ces sables, quand il y en a, sont dus forcément à un apport. Tel est le cas de la bande crétacée qui sépare les deux bassins quaternaires et comprend exclusivement des calcaires et des marnes. Or j'y ai rencontré des dunes de sable d'une centaine de mètres de hauteur : entre autres, à 20^{km} et 40^{km} à l'est d'El Goleah, deux chaînes de 80^{km} de long et 4^{km} de large. Elles recouvrent un plateau calcaire; il ne saurait être question ici de désagrégation sur place de couches supérieures, qui formeraient noyau central : l'étage superposé est lui-même calcaire et marneux. Ces dunes, depuis le premier grain jusqu'au dernier, sont incontestablement dues au vent, et leur hauteur est comparable à celle des plus grands massifs, où l'on cite des chiffres de 150^{m} à 200^{m} au maximum.

» Ces chaînes de dunes côtoient des escarpements abrupts, de direction nord-sud. D'autres chaînes, dans la même région, suivent des vallées de

fracture, dirigées vers le sud-est. Quant aux plateaux intermédiaires, le sable roule à leur surface sans s'arrêter. Ainsi les dunes que l'on rencontre sur le crétacé sont nettement limitées aux accidents topographiques. Il semble que le relief du sol intervienne également dans la répartition des sables à la surface du quaternaire : on remarquera, en effet, que les chaînes suivent les thalwegs, sensibles ou non à l'œil, mais tels qu'ils doivent résulter des érosions. Les dunes de la rive droite de l'oued Mya paraissent jalonner d'anciens affluents de cette vallée. Celles qui flanquent le large gassi de Mokhanza (*gassi,* bande rectiligne entre deux chaînes de dunes) et encaissent les gassi latéraux, sont plus ou moins parallèles au lit de l'oued Igharghar. Celles du Souf ont des directions peu différentes de la pente générale vers le chott Melrir.

» Les sables fins que le vent amoncelle soit au désert, soit sur nos côtes, ont ici et là les mêmes formes extérieures, les mêmes modes d'orientation et de groupement, etc., et les dunes de Gascogne donnent une image, pâle et réduite il est vrai, des grandes dunes du Sahara. Mais celles-ci semblent relativement fixes. Des vents variés se succèdent, sous l'action desquels il y a, d'une dune à l'autre et d'une chaîne à la suivante, un va-et-vient de pulvérulin sableux, qui balaye sans cesse le désert. En fin de compte, ces échanges ne s'équivalent pas, et il y a transport vers l'est et le sud, ainsi que le démontrent les positions de l'Erg oriental et de l'Erg occidental par rapport aux centres de désagrégation. Les grandes dunes marchent, mais très lentement, vers le sud-est; de plus, la désagrégation suivant son cours, la somme des sables augmente : marche et augmentation presque insensibles dans la durée d'une génération. La permanence des routes et des points d'eau au milieu des grands massifs de dunes, les noms attribués aux chaînes de sable et à leurs intervalles, à tel sommet et à tel col, témoignent que l'emplacement et l'orographie de ces massifs et de ces chaînes ne varient guère. La configuration superficielle subit des oscillations périodiques, mais la masse est à peu près immobile. L'ouragan le plus violent ne remue les sables que sur une bien faible épaisseur, et le vent ne renverse pas d'un souffle les monuments qu'il a mis tant de siècles à édifier grain par grain. »

CHIMIE. — *Sur le silicate de baryte cristallisé obtenu par M. Pisani.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« Quand j'ai signalé, à la dernière séance, l'existence d'un silicate de baryte cristallisé, j'ignorais que M. Pisani avait déjà publié la même observation (*Comptes rendus*, séance du 21 novembre 1876). Je l'ai appris trop tard pour pouvoir retirer ma Note de l'impression. Les analyses chimiques, les déterminations cristallographiques sont identiques de part et d'autre; il n'y a de différence que dans la formule attribuée à ce silicate. Cette différence provient, comme il est aisé de s'en rendre compte, d'une simple erreur de virgule dans l'un des calculs. »

M. **E.-J. Maumené** adresse deux Notes « Sur la production du cyanogène » et « Sur l'action de l'acide azotique et des métaux ».

M. **L. Descroix** adresse des représentations graphiques de diverses données météorologiques se rapportant aux études d'Hygiène.

M. **F. Arnodin** adresse un Mémoire relatif à l'influence de la nature des peintures sur les câbles des ponts suspendus.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 avril 1881.

(Suite.)

Catalogue of the library of the geological Society of London. London, 1881; 1 vol. in-8° relié.

Ueber die Abspiegelung der Sonnenfleckenperiode in den zu Rom beobachteten magnetischen Variationen. Note von R. Wolf. Neapel, Mailand. Pisa, U. Hoepli, 1881; opuscule in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani; disp. 1ª, vol. X, gennaio 1881. Roma, Paolini, 1881; in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXVIII, 1880-81; serie terza, Transunti, vol. V, fasc. 8°, seduta del 20 marzo 1881. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

Sullo sviluppo della funzione perturbatrice nella teoria dei pianetti. Memoria di G. Zurria. Catania, C. Galatola, 1881; in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. XIII, maggio 1880. Roma, 1880; in-4°.

Sulle scariche interne dei condensatori elettrici. Ricerche del Prof. E. Villari (IV Memoria). Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1881; in-4°. (Présenté par M. Jamin.)

Ouvrages reçus dans la séance du 11 avril 1881.

L'évolution du règne végétal. Les Cryptogames; par G. de Saporta et A.-F. Marion. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8° relié.

Etude botanique, chimique et physiologique sur le Thalictrum macrocarpum; *par* E. Doassans. Paris, Vve Fr. Henry, 1881; in-8°. (Renvoyé au Concours Barbier 1881.)

Annales de l'Université de Bruxelles. Faculté de Médecine; t. I, 1880. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°.

Revue géologique pour l'année 1880; *par* Ern. Favre. XI. Genève-Bâle-Lyon, H. Georg, 1881; in-8°.

Le monde physique; par A. Guillemin. 6e série, livr. 51 à 56. Paris, Hachette et Cie, 1881; in-8°.

P. Riccardi. *Commemorazione di Michele Chasles.* Bologna, tipi Gamberini e Parmeggiani. (Estratto dal *Rendiconto dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna.*)

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. XIII, aprile, maggio. Roma, 1880; 2 livr. in-4°.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino; serie seconda, t. XXXII. Torino, E. Loescher, 1880; in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de marina de San-Fernando. Seccion 2^a^: *Observaciones meteorologicas* 1877-1878. San-Fernando, tipogr. don J.-M. Gay y Brii, 1879; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 avril 1881.

Nomenclature et classification géologiques; par M. E. Hébert. Paris, G. Masson, 1881; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences géologiques.*)

Traité clinique des maladies des Européens aux Antilles (Martinique); par

L.-J.-B. Bérenger-Feraud. Paris, O. Doin, 1881; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de 1881.)

Etudes médicales sur Barèges; par le Dr Armieux. Paris, G. Masson, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Ecole d'application de l'Artillerie et du Génie. Conférences d'hygiène militaire; par M. Widal. Lithogr. de l'École d'application, mars 1881; 1 vol. petit in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine. Rapport sur l'épidémie de variole à laquelle ont succombé les Esquimaux arrivés le 31 *décembre* 1880 *au Jardin d'acclimatation de Paris*. Paris, A. Chaix, 1881; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Sierra-Leone; par A. Borius. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*.) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Compte rendu de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon pendant l'année 1880; *par le* Dr A. Bouchacourt. Lyon, assoc. typogr. Th. Giraud, 1881; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; 2e série, t. IV, septembre, octobre et novembre 1880. Paris, Gauthier-Villars, 1880; 3 livr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 février 1881.)

Page 448, ligne 16, *au lieu de* M. J. Franklin, *lisez* M. F. Franklin.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Jordan*, pour remplir, dans la Section de Géométrie, la place laissée vacante par le décès de M. *Chasles*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Jordan** prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE. — *Sur une question de Métrologie ancienne; origine du* mile *anglais;* par M. **Faye**.

« On sait que le *mile* de 1609^m a passé longtemps, parmi les géographes et les marins anglais, pour être la longueur de l'arc terrestre de 1′; en d'autres termes, on faisait le degré de 60 de ces milles. En réalité, il en comprend 69,5 : c'est donc une erreur d'un sixième environ. Cette erreur, si elle a duré longtemps chez nos voisins, ce que j'ignore, a dû causer plus d'un sinistre en mer. Elle a eu une autre conséquence bien remarquable : elle a failli étouffer dans son germe la découverte de l'attraction universelle.

On trouve, en effet, dans tous les Traités d'Astronomie et de Mécanique, le calcul mémorable par lequel Newton a montré que l'attraction de la Terre, qui retient la Lune dans son orbite, est absolument la même chose que la pesanteur. La première fois que cette idée maîtresse se présenta à l'esprit de ce grand homme, la vérification échoua, parce que Newton se servit alors du *mile* pour calculer le rayon de la Terre ([1]). Il crut devoir renoncer à son idée; il oublia même, pendant de longues années, un essai qui lui avait si mal réussi, et n'y revint, beaucoup plus tard, qu'à l'époque où il eut connaissance de la mesure d'un degré exécutée par Picard, en France.

» Personne, que je sache, ne s'est enquis de l'origine de ce mille anglais, cause d'un pareil échec. D'où vient cette évaluation si défectueuse, si impropre même aux besoins de la navigation? Certes, elle ne provient pas d'une mesure effective, car les plus mauvaises mesures de degré, je parle de celles qui ont été réellement faites et non de mesures fictives, comme celle de Posidonius, sont bien loin de présenter des erreurs de cette taille. Il faut donc que les géographes anglais aient commis quelque méprise en tirant leur *mile* d'anciens documents.

» Et, en effet, il n'est pas permis de penser que des géographes aient pris le premier mille venu comme mesure de la minute terrestre. Tant que la navigation s'est bornée au parcours de la Méditerranée et au cabotage sur les côtes occidentales de l'Europe, il n'y avait guère à se préoccuper de la valeur de cet élément; mais, à partir de l'époque où les découvertes des Espagnols et des Portugais leur eurent ouvert un plus vaste champ, les marins furent bien forcés de s'en enquérir. Je suppose que les navigateurs anglais s'adressèrent à leurs géographes, et que ceux-ci ne trouvèrent rien de mieux que de consulter Ptolémée, la grande, l'unique autorité en ces matières.

([1]) Voici, à ce sujet, le récit de Pemberton, contemporain et ami de Newton, dans ses *Éléments de la Philosophie newtonienne :* « Il faisait ses calculs (1666) dans un temps où il n'avait pas sous la main les livres qui lui auraient été nécessaires; et il supposait, *suivant l'estime commune des géographes* avant la mesure de la Terre faite par Norwood (1635), que 60 milles anglais faisaient un degré de latitude sur la Terre. Mais, comme cette supposition était très défectueuse (puisque chaque degré fait $69\frac{1}{2}$ miles), le calcul ne répondit point à son attente; il crut alors qu'il y avait au moins quelque autre cause, jointe à la pesanteur, qui agit sur la Lune, et il abandonna ses recherches sur cette matière. » (Ce fut la mesure de la Terre par Picard et non celle de Norwood, restée alors ignorée de Newton, qui fit revenir celui-ci à ses anciens calculs.)

» Or Ptolémée lui-même s'en réfère à Ératosthènes; il dit qu'il a vérifié ses mesures et trouvé la même chose, à savoir 500 stades pour le degré terrestre. J'ai été conduit ainsi à examiner la mesure d'Ératosthènes. D'après les documents que les historiens ont conservés, Ératosthènes aurait mesuré le grand arc de méridien qui sépare les parallèles de Syène et d'Alexandrie, et trouvé finalement 700 stades au degré. Ératosthènes était un astronome grec, établi à Alexandrie deux cent cinquante ans avant J.-C. Appelé en Égypte et patronné par le Philadelphe, il disposait des ressources d'un roi ami des sciences et des arts; il avait lui-même érigé à Alexandrie des instruments astronomiques fort bien conçus. Voici comment il a opéré.

» Il a observé à Alexandrie, bien certainement à l'aide d'un gnomon, la distance zénithale du Soleil, à midi, le jour du solstice d'été, et trouvé ainsi 7° 12′. On ajoute qu'à Syène le fond des puits était éclairé en plein par le Soleil ce jour-là, en sorte qu'Ératosthènes en aurait conclu zéro pour la distance zénithale de cet astre. Je crois plutôt que le savant grec avait fait observer à Syène avec un gnomon, instrument fort répandu alors en Égypte, et que cette distance nulle résultait d'une observation effective tout aussi bien que celle d'Alexandrie. On va voir que cette conjecture est parfaitement fondée. On sait que les observations faites sur l'ombre noire du gnomon comportent une erreur constante égale au demi-diamètre du Soleil, ou, pour mieux dire, qu'elles donnent la distance zénithale du bord supérieur de cet astre. Les anciens ne semblent pas en avoir fait la remarque, et de fait, comme ils ne tiraient de leurs observations que l'obliquité de l'écliptique ou l'époque du solstice, il n'y avait pas à s'en préoccuper, car, en combinant l'observation du solstice d'été avec celle du solstice d'hiver, l'erreur en question disparaît de la différence. Or, il en est justement de même ici, puisqu'il ne s'agit pas de latitude absolue, mais de la différence des latitudes de deux lieux où le centre du Soleil se trouvait à midi du même côté de la verticale. Ainsi l'amplitude 7° 12′ conclue par Érastosthènes est correcte; elle a, de plus, l'avantage de ne pas être affectée sensiblement par la réfraction.

» Une première vérification se présente. En ouvrant la *Connaissance des Temps*, on trouve

Pour la latitude d'Alexandrie	31°.12′
Pour celle de Syène	24. 5
Différence	7. 7

au lieu de 7° 12′. La différence, quelle qu'en soit la cause, est bien faible

» Voici une seconde vérification plus délicate. La latitude du point d'Alexandrie où observait Ératosthènes ne pouvait différer beaucoup de celle que nous venons de donner. En adoptant celle-ci, et $7°12'$ pour la distance zénithale du bord supérieur du Soleil au solstice d'été, on trouve $31°12' - (7°12' + 16') = 23°44'$ pour l'obliquité de l'écliptique. Syène donne $24°5' - 16' = 23°49'$. Est-il possible qu'en l'an -250 l'obliquité de l'écliptique fût de $23°44'$ à $23°49'$? Voici la réponse : de 1750 à -250 il y a 2000 ans. A raison de $48''$ de diminution par siècle, l'obliquité devait être

$$23°28'18'' + 48'' \times 20 = 23°44'.$$

» L'observation d'Ératosthènes à Alexandrie est donc authentique et de plus très précise. Celle de Syène ne présente qu'un écart de $5'$.

» Reste l'opération géodésique. L'Égypte était le seul pays de l'antiquité jouissant d'un cadastre. La vallée du Nil était largement peuplée à cette époque jusqu'à Syène. Nul doute que le cadastre ne s'étendît jusque-là. Ératosthènes a dû avoir toute facilité pour se procurer les documents nécessaires. Un peuple qui savait si bien orienter ses monuments a dû, par ses immenses opérations d'arpentage, répétées et poursuivies du temps même d'Ératosthènes, connaître non seulement les distances, mais aussi l'orientation. Ératosthènes a dû tenir compte de la différence de longitude $2°59'$ qui existe entre les deux villes, sans avoir eu besoin de la déterminer directement. Je regarde donc la distance de 5000 stades, en nombres ronds, comme tout aussi sérieuse que les autres parties de son opération, et comme s'appliquant à l'arc de méridien compris entre les parallèles des deux villes.

» On en conclut finalement 694,4 stades pour le degré. L'astronome grec donne en nombres ronds 700 stades. Quel était ce stade?

» Pour répondre à cette question, je calcule l'arc de méridien, d'Alexandrie au parallèle de Syène, avec les éléments actuels de l'ellipsoïde terrestre. Il est de 797760^{m}. A raison de 5000 stades, on trouve $159^{m},55$ pour le stade. A raison de 600 pieds par stade, le pied adopté par Ératosthènes devait être de $0^{m},266$. C'était donc l'ancien pied égyptien qu'on évalue aujourd'hui à $0^{m},27$, et de fait c'était avec ce pied-là que le cadastre de l'Égypte a dû être fait. A ce compte, les 5000 stades donnent

$$5000 \times 600 \times 0,27 = 810000^{m};$$

différence, 12240^{m}, en partie imputable à celle des points de départ, en

partie à l'erreur que nous commettons peut-être sur la longueur du pied égyptien en le portant à $0^m,27$. Ainsi la mesure exécutée en Égypte, il y a plus de vingt et un siècles, par un habile astronome grec, est aussi bonne qu'authentique. Toutes les causes d'incertitude actuelles ne l'altèrent pas de $\frac{1}{60}$; ce n'est certes pas de ce côté que peut venir l'erreur de $\frac{1}{6}$ dont nous cherchons la cause.

» Ce n'est pas non plus dans la mesure de Ptolémée, car celui-ci dit avoir repris les mêmes opérations et obtenu le même résultat. Seulement, il donne 500 stades au degré au lieu de 700 ([1]). Cette différence tient évidemment à ce que Ptolémée, qui vivait quatre cents ans après Ératosthènes, sous une autre domination, ne se servait pas du même pied. De fait, il employait le stade de 600 pieds philétériens, et, comme ce pied est de près de $0^m,36$, tandis que l'ancien pied d'Égypte n'était que de $0^m,27$, il a dû réduire les 700 stades de son prédécesseur à $700 \times \frac{27}{36} = 525$, ou 500 en nombres ronds.

» Ces appréciations sont confirmées enfin par les astronomes arabes qui mesurèrent, en 827, un arc de 1° dans les plaines de la Mésopotamie. Ils trouvèrent 56 milles et en conclurent qu'ils avaient vérifié ainsi le nombre de Ptolémée. Le mille arabe étant de 2100^m, l'arc mesuré se trouvait de 117600^m, ce qui répond à un stade de 235^m. C'est bien à peu près le stade philétérien de 216^m, sauf l'erreur des mesures sept fois plus sensible sur un si petit axe, et l'incertitude de notre évaluation actuelle du mille arabe au temps du calife Almamoun.

» En résumé, l'évaluation de Ptolémée n'est qu'une sorte de conversion de l'excellente mesure d'Ératosthènes en unités d'une autre époque et de longueur différente. Elle aura perdu ainsi quelque peu de sa précision première; mais, telle qu'elle est présentée par Ptolémée, les géographes anglais avaient pleinement raison de la prendre pour base d'une évaluation de l'arc de 1' et de l'offrir aux marins de leur pays. Seulement, et c'est là que

---

([1]) Il importe ici d'écarter toute confusion provenant d'une prétendue mesure de Posidonius, laquelle donne aussi 500 stades au degré. Mais ce sont des stades d'Ératosthènes et non des stades philétériens. C'est en effet Ératosthènes qui, au témoignage de Pline et de Strabon, a fourni l'évaluation délicate de la distance des parallèles de Rhodes et d'Alexandrie. Son évaluation de 3750 stades est même la seule chose juste de la prétendue mesure dont il s'agit ici. Tout le reste est faux et comme imaginé à plaisir. Finalement, Posidonius porte à 7°30' l'amplitude de l'arc de méridien compris entre les parallèles de Rhodes et d'Alexandrie; or cette amplitude n'est que de 5°15'. L'erreur, on le voit, est de plus de $\frac{4}{10}$, c'est-à-dire de près de moitié et non pas de $\frac{1}{6}$; il n'est donc pas étonnant qu'il n'ait trouvé que 500 stades au degré au lieu de 700. Ptolémée n'a pas dû s'y tromper.

se trouve la méprise, ils ont cru que le grand astronome grec d'Alexandrie avait dû se servir du pied grec. Celui-ci est de 1 centième et demi plus grand que le pied anglais. Pour peu que les géographes anglais du XVI[e] siècle aient forcé cette évaluation et l'aient portée à 5 centièmes, ils auront trouvé 630 pieds anglais pour le stade, qu'ils croyaient de 600 pieds grecs, et ces 630 pieds ou ces 210 yards, multipliés par 500, leur auront donné 105000 yards pour le degré et juste 1760 yards pour le *mile*.

» Le *mile* anglais a donc été vraisemblablement déduit de la mesure de Ptolémée; son erreur de $\frac{1}{6}$ tient uniquement à ce qu'on a confondu le pied grec avec le pied philétérien. »

MINÉRALOGIE. — *Examen de matériaux provenant des forts vitrifiés de Craig Phadrick, près Inverness (Écosse) et de Hartmannswillerkopf (Haute-Alsace)*; par M. **Daubrée**.

« Il m'a paru intéressant de comparer aux matériaux des forts vitrifiés de la France ([1]) quelques échantillons provenant du fort vitrifié de Craig Phadrick, en Écosse, qui m'ont été obligeamment communiqués par M. Carcanagues, ingénieur des Mines, et bien que ces échantillons ne représentent qu'une partie des roches employées à cette antique construction ([2]). J'en ai rapproché aussi une roche provenant de l'enceinte vitrifiée du Hartmannswillerkopf, dans la Haute-Alsace, que M. Bleicher a bien voulu m'adresser, avec l'intéressante description qu'il a donnée de cette enceinte ([3]).

» *Craig Phadrick.* — Beaucoup des fragments rappellent, par leur aspect, un granite à grain très fin ou leptynite; mais ils sont très bulleux. Le feldspath y a généralement perdu son état cristallin; quant au mica, il a complètement disparu, et c'est à sa fusion que sont dues partiellement les boursouflures, ainsi que la matière vitreuse noire inégalement répandue dans la masse. Ces boursouflures sont parfois géodiques, c'est-à-dire tapissées de petits cristaux.

» L'état bulleux est tel, que les vides représentent au moins la moitié du volume total; il rappelle celui de beaucoup de variétés de ponce ou plutôt de trachyte ponceux.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 269.

([2]) Mac Culoch, *Transactions of the geological Society*, t. II, p. 271.

([3]) *Matériaux pour une étude préhistorique de l'Alsace*, 2[e] fascicule.

» Quelques parties plus grossières se rapprochent de la pegmatite; on y voit du feldspath, encore bien reconnaissable à sa structure lamellaire.

» D'autres fragments de teinte foncée, qui contraste avec la nuance grise des précédents, présentent des bulles moins nombreuses, mais plus grandes; quelques-unes dépassent $0^m,01$. La surface des cavités est brillante et comme recouverte d'un vernis tantôt noirâtre, tantôt ocracé. Au milieu de la substance foncée qui a été fondue, se montrent de nombreux grains blancs hyalins qui, pour le plus grand nombre, paraissent être du quartz.

» Comme dans les échantillons des divers forts vitrifiés de la France, des empreintes ayant la structure ligneuse se voient çà et là et paraissent résulter de l'empâtement du combustible végétal dans la matière en fusion.

» Quelques parties plus complètement fondues et noirâtres aussi rappellent la structure de certaines laves. Des fragments de leptynite sont agglutinés dans les parties foncées, comme dans un béton.

» L'examen microscopique des plaques, coupées dans les parties signalées d'abord comme rappelant particulièrement le leptynite, ont montré les caractères suivants.

» Presque toute la masse, qui est très active sur la lumière polarisée, consiste en quartz et se compose de grains qui ont conservé leurs contours anguleux. Ces grains sont agglutinés par une matière vitreuse abondante, paraissant avoir été formée aux dépens du feldspath, qui a disparu. En effet, çà et là, des parties lamelleuses, ayant une très faible action sur la lumière polarisée, paraissent consister en feldspath partiellement fondu.

» En outre, on y distingue des cristaux formés visiblement par suite de la fusion. Ce sont :

» 1° Des cristaux maclés à la manière d'un feldspath triclinique;

» 2° Des aiguilles, quelquefois rayonnées, agissant sur la lumière polarisée non maclées, et qui s'éteignent obliquement avec un angle d'environ 41°; cette substance indéterminée tapisse les boursouflures produites lors de la fusion.

» Dans les roches foncées du second type, on a reconnu les minéraux suivants :

» 1° Des grains incolores, anguleux, sans clivage net, donnant de vives couleurs de polarisation; ce sont des grains de quartz granitique; on y remarque des inclusions gazeuses disposées par traînées; elles paraissent avoir perdu leur eau.

» 2° A ces grains sont associés des feldspaths orthose et oligoclase, qui sont plus ou moins avancés dans la fusion et présentent toutes sortes de passages entre l'état cristallin et l'état vitreux, ce qui se constate par le décroissement graduel de l'action polarisante; la partie vitreuse se montre surtout vers la périphérie, avec accompagnement de bulles produites lors de la fusion.

» Dans un échantillon on a trouvé un zircon intact.

» Une partie vitreuse très abondante enveloppe ces diverses sortes de grains.

» Lors de la fusion partielle de la roche, il s'est produit des cristaux de plusieurs natures qui sont disséminés dans cette matière amorphe.

» 1° Des cristaux incolores, caractérisés par leurs macles, leur angle d'extinction, leur couleur pâle de polarisation, leur signe négatif, comme appartenant au labrador; ces cristaux sont souvent très nombreux.

» 2° Des prismes également très nombreux qui, au lieu d'être incolores, comme les précédents, ont une teinte jaunâtre. Ils ne sont pas sensiblement dichroïques et présentent des couleurs de polarisation assez vives. Ils s'éteignent entre deux nicols croisés sous un angle d'environ 38°. D'après ces caractères, ils consistent sans doute en cristaux de pyroxène allongés suivant h^1g^1.

» 3° Des prismes très allongés, d'un jaune pâle, non dichroïques, à extinction longitudinale, appartenant probablement à la humboldtilite.

» 4° Un minéral à lamelles rectangulaires, de couleur jaune, pas sensiblement dichroïque, doué d'un relief faible. Les couleurs de polarisation sont très vives; les extinctions sont parallèles aux arêtes des sections. Ces propriétés sont celles de l'enstatite, dont ce minéral ne diffère que par l'absence de lignes de clivage bien accentuées.

» 5° Des octaèdres également très nombreux, d'un brun très foncé, à peine translucides, par conséquent très ferrifères et isotropes; ce sont des spinelles de la variété pléonaste.

» *Hartmannswillerkopf.* — Les matériaux vitrifiés de cette localité paraissent dériver de la roche connue en Alsace sous le nom de *porphyre brun*, dont ils rappellent d'autant plus l'aspect qu'ils ont été moins transformés. Les empreintes du combustible végétal que l'on y remarque sont particulièrement nettes et tout à fait comparables, quant à la manière dont elles sont moulées dans la roche, à celles des localités précédemment étudiées.

» Quand on examine au microscope cette roche coupée en tranches minces, on y trouve de très nombreux débris de feldspath, la plupart appartenant à l'orthose, quelques-uns à l'oligoclase. Ces parties feldspathiques

ont conservé des clivages visibles. Elles polarisent encore; cependant leurs teintes de polarisation sont plus pâles que celles du feldspath normal. En outre, la substance présente des bulles volumineuses, produites, lors du ramollissement du minéral, par l'expansion des vapeurs ou des gaz renfermés, comme il est arrivé aux matériaux de Craig Phadrick.

» Dans les diverses parties qui ont été examinées, on trouve aussi des débris de quartz, et même, dans l'un d'eux, des cristaux de quartz bipyramidés ayant conservé leurs formes.

» Tous ces cristaux ou débris de cristaux sont cimentés par un verre inégalement teinté, offrant une structure fluidale des plus caractérisées.

» Comme dans les échantillons précédemment examinés, le verre contient des minéraux qui s'y sont développés; ce sont :

» 1° De très nombreux octaèdres d'un spinelle, parfois assez ferrugineux pour devenir opaques;

» 2° Des cristaux d'un jaune pâle, en prismes très allongés, à teintes vives de polarisation, avec extinction longitudinale, aisément attaquables aux acides; ils consistent en humboldtilite;

» 3° Des prismes incolores, en mâcles binaires, à extinction longitudinale, inattaquables aux acides et appartenant à l'oligoclase; comme les microlithes des roches naturelles, ils sont allongés suivant l'arête pg_1;

» 4° Avec l'oligoclase, l'un des échantillons présente de très petits cristaux jaune verdâtre, en prismes rectangulaires ou en octaèdres, qu'on pourrait rapporter au système régulier, s'ils n'offraient des teintes de polarisation assez vives. Ils s'éteignent parallèlement aux arêtes des prismes; c'est une substance différente du pyroxène, qui est encore indéterminée.

» *Observations.* — Qu'il s'agisse des matériaux des enceintes vitrifiées de l'Écosse, de la France occidentale et centrale ou de l'Alsace, l'examen microscopique démontre qu'ils ont subi des transformations minéralogiques considérables, sous l'influence d'une température qui a nécessairement été très élevée.

» Comme le faisait pressentir la ressemblance extérieure des matériaux du fort vitrifié de Craig Phadrick qui viennent d'être examinés, comparés à ceux des forts vitrifiés du Puy-de-Gaudy et de Châteauvieux (Creuse) et du camp de Péran (Côtes-du-Nord), on voit qu'ils ont subi, de même que ceux-ci, une action calorifique assez intense pour que leur mica ait entièrement disparu et que leur feldspath soit en grande partie fondu. De part et d'autre, le boursouflement de certaines parties rappelle celui de divers produits volcaniques.

» Les minéraux produits dans tous ces pays aux dépens du granite, du gneiss et du leptynite, ou, plus exactement, aux dépens du mica et du feldspath des roches granitiques, présentent des analogies et même des identités évidentes. Du feldspath labrador, du pyroxène, de la humboldtilite, du spinelle y ont pris naissance.

» A Hartmannswillerkopf, malgré la nature différente de la roche soumise à la chaleur, nous trouvons également une ressemblance minéralogique dans les espèces cristallines produites à la suite de la fusion, notamment un feldspath triclinique, de la humboldtilite et du spinelle.

» Quant aux autres espèces qui ont été observées dans les matériaux de Craig Phadrick et de Hartmannswillerkopf, elles peuvent ne pas résulter d'une différence dans la nature minéralogique, dans l'intensité de la chaleur ou dans le mode de cuisson. Peut-être le pyroxène et l'enstatite se retrouveront-ils dans les roches des autres localités granitiques, quand on les aura suffisamment étudiés.

» A en juger par la similitude des caractères extérieurs visibles à l'œil nu, et surtout par celle des minéraux microscopiques engendrés lors de la fusion, la chaleur intense qui a agi sur ces masses paraît avoir été obtenue par une même méthode. Le procédé mis en jeu a été d'une puissance si surprenante, qu'il est difficile d'admettre qu'il ait été inventé, d'une manière indépendante, dans des contrées aussi distantes que celles où nous en voyons les résultats. Il est plus que vraisemblable qu'un procédé si ingénieux, et dont il est encore difficile sur des échantillons isolés de se représenter tous les détails, a été transporté successivement de l'une de ces contrées aux autres. Les enceintes vitrifiées pourront ainsi servir à marquer les étapes de certaines migrations.

» Considérés à un autre point de vue, les matériaux que nous venons d'examiner nous fournissent une nouvelle occasion de remarquer la merveilleuse facilité avec laquelle des espèces cristallines peuvent prendre naissance au milieu d'une masse vitreuse convenablement chauffée; ils contribuent aussi à éclairer la théorie du métamorphisme. »

MINÉRALOGIE. — *Météorite tombée à Louans (Indre-et-Loire) le 25 janvier 1845 et dont la chute est restée inédite.* Note de M. **Daubrée**.

« Le 25 janvier 1845, à 3^h après midi, par un temps clair et très calme, un bruit très fort a effrayé plusieurs personnes qui se trouvaient dans les champs, près du hameau le Pressoir, commune de Louans. Il fut suivi

d'un sifflement comparable à celui d'un boulet de canon et du choc d'une masse sur le sol.

» Le lendemain, un habitant s'étant rendu sur le point qui lui avait été signalé, il trouva un trou de $0^{m},40$ à $0^{m},50$, rempli de l'eau tombée pendant la nuit, et en retira une pierre noire et très dure et pouvant peser 3^{kg}.

» Le principal échantillon, du poids de $1^{kg},133$, que je présente à l'Académie a, comme d'ordinaire, la forme d'un polyèdre dont les arêtes sont émoussées; sa forme rappelle grossièrement celle d'un prisme pentagonal. L'une de ses faces est couverte de piézoglyptes, l'autre en présente quelques-unes. Les trois principales dimensions sont approximativement de $0^{m},11$ sur $0^{m},08$ et $0^{m},07$.

» La météorite est une sporadosidère, appartenant au groupe le plus commun; elle se rapproche tout à fait du type globulaire de Montréjeau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la pipéridine.* Note de M. A.-W. Hofmann.

« Dans son beau travail sur la pipéridine, M. Cahours [1] a étudié l'action des iodures méthylique, éthylique et amylique sur cette base. Dans le cours de mes recherches, dont les résultats ont été présentés à l'Académie de Berlin, j'ai eu l'occasion de répéter ses expériences, et, ainsi qu'il fallait s'y attendre, j'ai pu confirmer pleinement les résultats de mon ami. Seulement j'ai trouvé le point d'ébullition de la *méthylpipéridine* un peu plus bas; ainsi M. Cahours l'indique à 118°, tandis que, selon mon observation, la méthylpipéridine bout à 107°.

» Par l'action de l'iodure méthylique sur la méthylpipéridine il se forme, avec réaction énergique, l'*iodure de diméthylpipérylammonium*. Ce beau dérivé s'obtient d'une manière plus simple en traitant directement la pipéridine par l'iodure méthylique; les cristaux formés sont recristallisés de l'alcool absolu, dans lequel l'iodure est assez peu soluble, même à l'ébullition, tandis que les iodhydrates de pipéridine et de méthylpipéridine formés en même temps que l'iodure restent dissous dans l'alcool.

» La réaction est exprimée par l'équation

$$3(C^5H^{10})^{II}HAz + 3CH^3I = (C^5H^{10})^{II}(CH^3)^2AzI + (C^5H^{10})^{II}CH^3AzHI + (C^5H^{10})^{II}AzH,HI.$$

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVIII, p. 76.

» La composition de l'iodure de diméthylpipérylammonium a été déterminée par M. Cahours; l'analyse de mon produit confirme la formule établie par ce chimiste :

$$(C^5H^{10})^{II}(CH^3)^2AzI = C^7H^{16}AzI.$$

» *Diméthylpipéridine.* — En soumettant à la distillation l'hydroxyde du diméthylpipérylammonium, je m'attendais à voir se former, dans le sens de la réaction indiquée dans ma Note précédente, une base tertiaire renfermant deux groupes méthyliques et un fragment du groupe bivalent C^5H^{10}, tandis que le complément de ce fragment se scinderait sous forme d'un carbure ou même d'un alcool. Mon attente ne fut nullement réalisée; il ne se forma que de l'eau et une base volatile présentant la composition

$$C^7H^{15}Az = C^5H^9(CH^3)^2Az.$$

» La même base s'obtient également en distillant l'iodure avec un alcali. Elle forme un liquide incolore, transparent, d'une forte odeur ammoniacale, bouillant à 118°. Sa composition a été établie par l'analyse du chlorhydrate et d'un beau sel d'or: le premier est représenté par la formule

$$C^7H^{15}AzHCl;$$

le second renferme

$$C^7H^{15}Az, HCl, AuCl^3.$$

» J'ai vainement essayé de transformer le chlorhydrate en sel platinique.

» De quelle manière doit-on envisager la constitution de cette nouvelle base, que j'appellerai provisoirement *diméthylpipéridine?* D'abord j'ai été disposé à y voir une base tertiaire de la formule

$$C^5H^9(CH^3)^2Az,$$

c'est-à-dire une diméthylangélylamine. On pouvait penser que, sous l'influence de la chaleur sur l'hydroxyde du diméthylpipérylammonium, le groupe hydroxyle se transformerait en eau aux dépens du groupe bivalent C^5H^{10}, lequel, perdant 1^{at} d'hydrogène, deviendrait groupe univalent C^5H^9. Mais cette manière de voir ne peut être soutenue en présence des faits exposés plus bas, ces faits montrant qu'il y a eu dans cette réaction une simple migration atomique, telle que je l'ai établi, il y a quelques années (¹),

(¹) Hofmann et Martius, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. IV, p. 742. — Hofmann, *ibid.*, p. 704.

pour les bases aromatiques dérivant de l'aniline, où, sous l'influence d'une haute température, le groupe méthylique sortant du fragment ammonique entre dans le noyau de la benzine.

» Il faudra donc attribuer à la diméthylpipéridine la formule

$$(C^5H^9, CH^3)^{II}CH^3Az,$$

et ce corps se serait formé d'après l'équation suivante :

$$(C^5H^{10})^{II}(CH^3)^2AzOH = H^2O + (C^5H^9, CH^3)^{II}CH^3Az.$$

» *Iodure de triméthylpipérylammonium.* — J'étais curieux de connaître la manière d'être de cette nouvelle monamine sous l'influence de l'iodure méthylique. Pourrait-on faire entrer dans le radical C^5H^{10} un deuxième, un troisième groupe méthyle, de même qu'on est parvenu à remplacer dans le groupe phénylique l'hydrogène, atome pour atome, par du méthyle?

» L'iodure méthylique attaque avec énergie la diméthylpipéridine; le mélange se prend en masse cristalline blanche, qui se distingue de l'iodure précédent par sa solubilité plus grande dans l'alcool absolu et par sa fusibilité. L'analyse montre que le nouvel iodure est formé par la juxtaposition d'une molécule de diméthylpipéridine et d'une molécule de l'iodure méthylique :

$$C^7H^{15}Az + CHI = C^8H^{18}AzI = (C^5H^9, CH^3)^{II}(CH^3)^2AzI.$$

» Il présente les propriétés des iodures des bases d'ammonium; il est précipité par la soude de sa solution aqueuse, sous forme d'une huile qui bientôt se prend en une masse cristalline. Par l'action de l'oxyde d'argent, on obtient un liquide fortement alcalin, renfermant l'hydroxyde correspondant :

$$(C^5H^9, CH^3)^{II}(CH^3)^2AzHO.$$

» Ce liquide peut être évaporé à feu nu sans se décomposer. Soumis à la distillation, il se volatilise complètement, ne laissant qu'une petite quantité d'oxyde d'argent qui avait été dissous. Le produit de la distillation forme un liquide aqueux incolore, transparent, d'une odeur fortement ammoniacale, que surnage en quantité notable une couche huileuse, très volatile et très réfringente.

» Le liquide alcalin renferme en petite quantité de la diméthylpipéridine et de l'alcool méthylique à côté d'une forte proportion de triméthylamine.

L'huile surnageante est formée d'un carbure

$$C^5H^8,$$

bouillant à 42°, qu'on pourrait nommer *pipérylène*. Il forme avec le brome un beau produit d'addition de la formule

$$C^5H^8Br^4.$$

» Il ressort de ces observations que l'action de la chaleur sur l'hydroxyde de triméthylpipérylammonium donne lieu à deux réactions parallèles. En première ligne, mais en petite quantité, la base ammoniée se scinde en diméthylpipéridine et en alcool méthylique :

$$(C^5H^9CH^3)^{II}(CH^3)^2AzOH = (C^5H^9CH^3)^{II}CH^3Az + CH^3OH.$$

» En seconde ligne, et en majeure partie, l'hydroxyde ammonié fournit de la triméthylamine, du pipérylène et de l'eau :

$$(C^5H^9CH^3)^{II}(CH^3)^2AzOH = (CH^3)^3Az + C^5H^8 + H^2O.$$

» Dans l'espoir d'obtenir l'alcool correspondant au pipérylène sous forme de son éther acétique, j'ai distillé l'hydroxyde de triméthylpipérylammonium avec un excès d'acide acétique glacial. Il aurait pu se former de l'acétate de triméthylamine et de l'acétate angélylique, mais la scission se fait dans un autre sens; il distille de l'acétate de diméthylpipéridine et de l'acétate méthylique :

$$\begin{aligned}&(C^5H^9CH^3)^{II}(CH^3)^2AzOH + 2C^2H^3OOCH^3\\&\quad = (C^5H^9CH^3)^{II}CH^3Az, C^2H^3OOH + C^2H^3OOCH^3 + H^2O.\end{aligned}$$

» L'expérience fut faite sur une assez grande échelle pour pouvoir identifier les produits de la réaction par leurs points d'ébullition.

» Qu'il me soit permis de revenir ici sur la constitution de la diméthylpipéridine. J'ai déjà fait allusion à des expériences qui, entre les deux formules

$$C^5H^9(CH^3)^2Az \quad \text{et} \quad (C^5H^9CH^3)^{II}CH^3Az,$$

m'avaient fait pencher vers la seconde.

» En faisant arriver dans la base diméthylique (point d'ébullition, 118°) un courant d'acide chlorhydrique sec, il se forme le chlorhydrate constituant une masse cristalline, qui fond déjà à une basse température. En chauffant plus fortement, il se dégage abondamment du chlorure mé-

thylique, et le sel fondu, malgré l'élévation de température, se solidifie de nouveau. Les alcalis décomposent ce chlorhydrate en mettant en liberté une base bouillant à 107° et possédant la composition de la méthylpipéridine :

$$C^6H^{13}Az.$$

» Mais cette formule représente à la fois une base tertiaire et une base secondaire, savoir

$$(C^5H^{10})^{\text{II}}CH^3Az \quad \text{ou} \quad (C^5H^9CH^3)^{\text{II}}HAz.$$

» Pour décider entre les deux, on a traité la base par de l'iodure méthylique. La monamine tertiaire, possédant la première de ces formules, devait fournir l'iodure d'une base ammoniée, dont voici la composition :

$$(C^5H^{10})^{\text{II}}(CH^3)^2AzI,$$

tandis que la monamine secondaire de la seconde formule devait se transformer en iodure d'un ammonium plus riche en méthyle

$$(C^5H^9CH^3)^{\text{II}}(CH^3)^2AzI.$$

» L'expérience a démontré que c'est le premier de ces deux corps qui se forme; on le reconnaît de suite par son point de fusion, mais il a été identifié aussi par l'analyse.

» Le résultat de l'action de l'acide chlorhydrique sur la diméthylpipéridine dévoile évidemment la nature de ce corps; s'il était une monamine tertiaire renfermant trois groupes univalents et exprimée par la formule

$$C^5H^9(CH^3)^2Az,$$

la perte d'un groupe méthylique devait engendrer une monamine secondaire à deux groupes univalents ou composé

$$C^5H^9CH^3HAz.$$

» Par contre, si la base était une monamine tertiaire à un groupe bivalent et un autre univalent, c'est-à-dire le corps

$$(C^5H^9CH^3)^{\text{II}}CH^3Az,$$

il pouvait se former par la perte d'un groupe méthyle ou bien une base secondaire ou une base tertiaire

$$(C^5H^9CH^3)^{\text{II}}HAz \quad \text{ou} \quad (C^5H^{10})^{\text{II}}CH^3Az.$$

» L'ensemble de ces expériences démontre que dans la formation de la diméthylpipéridine un groupe méthyle entre dans le complexe bivalent C^5H^{10}, d'où il est facilement éliminé par l'action de l'acide chlorhydrique.

» En continuant ces recherches, je me propose d'étudier d'une manière spéciale le carbure obtenu de la pipéridine. Plusieurs carbures de la formule C^5H^8 sont connus. Le carbure désigné sous le nom de *pipérylène* se distingue du propylacétylène (¹) et de l'isopropylacétylène (²)

$$CH^3-CH^2-CH^2-C\equiv CH \quad \text{et} \quad H-\underset{\underset{CH^3}{|}}{\overset{\overset{CH^3}{|}}{C}}-C\equiv CH$$

par la manière dont il se comporte vis-à-vis de l'oxyde d'argent et de l'oxyde cuivreux en solution ammoniacale. Tandis que les deux carbures cités ci-dessus se transforment facilement en dérivés métalliques, le pipérylène n'a aucune action sur ces sels. Par contre, le pipérylène pourrait bien être identique avec le valérylène

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C=C=CH^2,$$

découvert par M. Reboul (³). Les deux corps présentent le même point d'ébullition et sont sans action sur l'oxyde d'argent et l'oxyde cuivreux ammoniacal. Un seul fait cependant paraît contredire l'admission d'une telle identité, c'est que M. Reboul n'a pu obtenir, du valérylène, le tétrabromure cristallisé, qui se forme si facilement avec le pipérylène. Pour éclaircir ce point, j'ai préparé une assez grande quantité de ce dernier corps. L'examen approfondi de ses dérivés ne tardera pas à décider cette question d'une manière définitive.

» En terminant, qu'il me soit permis de remercier M. C. Schotten du concours intelligent qu'il a bien voulu prêter à mes recherches. »

(¹) FRIEDEL, *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 192. — BRUYLANTS, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. VIII, p. 410.

(²) BRUYLANTS, *ibid.*, t. VIII, p. 406.

(³) REBOUL, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXXI, p. 238, et t. CXXXII, p. 117.

MINÉRALOGIE. — *Nodule de chromite dans l'intérieur du fer météorique de Cohahuila (Mexique) (météorite de Butcher).* Note de M. LAWRENCE SMITH.

« Les masses de fer de Cohahuila, que j'ai désignées sous le nom de *météorites de Butcher* ([1]) pour les distinguer d'autres fers météoriques de la même région, m'ont déjà fourni plusieurs résultats nouveaux et très intéressants. De ce nombre est la concrétion, sur quelques parties externes, d'aragonite, produite sans doute après la chute, ainsi que le prouvent les concrétions particulières de la localité.

» Mais le point le plus intéressant est la découverte d'un minéral nouveau et remarquable, la daubréelite ([2]), qui se trouve au contact même des nodules de troïlite contenus dans le fer. Un grand nombre de coupes pratiquées dans le fer ont toujours mis à jour la daubréelite, avec des caractères parfaitement définis.

» Récemment j'ai fait deux nouvelles sections ne montrant que de rares nodules, mais dont l'une offrit un rognon ovale bien dessiné, de $0^m,012$ sur $0^m,012$ et à $0^m,06$ environ de la surface du fer, dont il était séparé par du métal compacte et solide. Je m'assurai qu'il différait de tous les autres nodules observés jusque-là dans l'intérieur de la météorite; il ne contenait pas de troïlite, et, quoique noir, il n'était pas composé de graphite. Je supposai d'abord qu'il était entièrement constitué par de la daubréelite, quoique son éclat fût plus résineux que celui de ce dernier minéral. En l'examinant soigneusement à la loupe, je trouvai dans la substance noire quelques particules d'un minéral translucide, et celles-ci, observées au microscope, se montrèrent incolores, sauf deux ou trois, qui étaient verdâtres; il y avait aussi quelques lamelles de fer attirables au barreau aimanté.

» Le nodule est une masse noire granulaire, ainsi que je l'ai déjà dit en le comparant à la daubréelite. Sa poudre fine, fondue avec du borax, donne un émail d'un vert de chrome très intense. Mais, à ma grande surprise, cette poudre, chauffée au bain-marie avec l'acide nitrique, n'éprouve pas la moindre action, alors que la daubréelite est, comme on sait, aisément dissoute, avec dépôt d'un résidu vert de chrome foncé.

([1]) *American Journal of Science*, t. II, novembre 1871.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 338; 1878.

» Après l'avoir fondu avec le carbonate de soude, jusqu'à ce qu'aucune action ne se produisît plus, et après avoir lavé le résidu, l'acide nitrique ne fût pas plus actif qu'avant la fusion.

» Ces réactions me firent supposer que j'avais affaire à la chromite. $0^{gr},150$, en poudre très fine, furent fondus avec dix fois leur poids de bisulfate de soude; lorsque le minéral fut fortement attaqué, mais non dissous, le résidu insoluble fut fondu avec un mélange de carbonate de soude et de nitre, et je procédai comme pour une analyse ordinaire de la chromite. J'obtins les résultats suivants, en ayant soin d'extraire le fer du bisulfate fondu :

	$\ddot{\mathrm{Cr}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$.
Oxyde de chrome	62,61
Oxyde ferreux..................	33,82

avec un peu de magnésie, de cobalt et de silice. La silice et la magnésie proviennent sans doute du silicate signalé plus haut, et qui consiste soit en enstatite, soit en péridot. En considérant la petite quantité de matière employée et la présence de faibles proportions d'autres éléments, cette analyse établit clairement que le minéral est de la chromite.

» Le résultat de mes observations est donc d'établir l'existence d'un nouveau minéral, en nodules, dans l'intérieur du fer météorique, car, si la chromite est depuis longtemps connue en association avec les pierres météoriques, c'est la première fois qu'on la trouve sous la forme que je signale, et ce fait ajoute à l'intérêt de la météorite de Butcher, qui renferme des nodules distincts de deux minéraux chromifères.

» J'ajouterai que divers points des particules de chromite, au microscope, se sont montrés transparents sur les bords et d'une couleur violet rouge foncé. La transparence de la chromite a déjà été notée par M. Thoulet. Une tranche microscopique, qui accompagne cette Note, montre cette transparence. J'envoie aussi le fer avec le nodule, échantillon jusqu'ici unique, comme pouvant intéresser quelques Membres de l'Académie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1881.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix extraordinaire de six mille francs, destiné à récompenser tout progrès

de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales : MM. Dupuy de Lôme, l'amiral Pâris, l'amiral Mouchez, l'amiral Jurien de la Gravière et Rolland réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Phillips et Perrier.

Prix Poncelet : MM. Hermite, Bertrand, Puiseux, Bouquet et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. C. Jordan et O. Bonnet.

Prix Plumey : MM. l'amiral Pâris, Dupuy de Lôme, Tresca, Rolland et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. l'amiral Jurien de la Gravière et l'amiral Mouchez.

Prix Montyon (*Mécanique*) : MM. Phillips, Rolland, Resal, Bresse et Tresca réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Saint-Venant et Breguet.

Prix Fourneyron (Construction d'une machine propre au service de la traction sur les tramways) : MM. Rolland, Phillips, Resal, de la Gournerie et Tresca réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Lalanne et Bresse.

Prix Lalande : MM. Tisserand, Faye, Lœwy, l'amiral Mouchez et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville et d'Abbadie.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations relatives aux phénomènes de l'absorption chez les organismes végétaux inférieurs.* Note de M. SIRODOT.

« Jusqu'ici personne n'a mis en doute que, chez les organismes végétaux inférieurs constitués par des cellules, soit isolées, soit disposées en séries linéaires ou planes, l'absorption ne se fasse directement à travers les parois membraneuses de toutes les cellules. Le plus souvent c'est bien ainsi que les choses se passent, et alors l'observation constate une disposition anatomique correspondante; les parois des cellules restent très minces ou ne s'épaississent que dans une faible mesure. D'autres fois, et notamment dans l'intervalle de repos qui sépare deux périodes d'activité de la végétation (comme chez les *Chlamydococcus*, les *Schizochlamys*),

ou bien encore chez les corpuscules reproducteurs nés de la conjugaison de deux cellules (Desmidiées) dont la germination ne se fera qu'après un temps plus ou moins long, il se produit un épaississement considérable des parois enveloppantes, et la rupture de ces parois épaissies est le premier phénomène par lequel débute une nouvelle période d'activité.

» Il est permis d'en conclure que, dans ces circonstances, l'épaississement des parois cellulaires est l'obstacle que la nature oppose à l'action des forces physiques mises en jeu dans les phénomènes osmotiques, et qu'en général l'absorption se trouve sous la dépendance de ces parois, activée ou ralentie suivant leur épaisseur.

» Dans le groupe des Batrachospermées, l'épaississement des parois cellulaires est accompagné de dispositions anatomiques intéressantes au point de vue de la Physiologie générale. Sur les premiers axes des séries linéaires de cellules, les cloisons transversales ne s'épaississent pas également dans toute leur étendue; au point médian la membrane reste à l'état primitif, ou même disparaît. Le fait est mis en évidence par la coagulation de la substance protoplasmique, dont les masses, occupant deux cellules consécutives, restent reliées l'une à l'autre par un prolongement filiforme qui s'étend à travers la paroi transversale. Ainsi s'établit, de cellule à cellule, une communication bien connue chez des végétaux d'un ordre plus élevé.

» En même temps que s'établissent ces communications, on voit apparaître des organes spéciaux d'absorption, des filaments radicellaires qui naissent de la base des cellules épaissies. Le rôle d'organes d'absorption ne sera que temporaire chez ces radicelles; les parois cellulaires s'y épaissiront à leur tour et amèneront leur transformation en organes de fixation et même de multiplication, en même temps que de nouvelles radicelles se montreront sur des points plus élevés.

» Ces faits, d'une observation facile sur la forme asexuée (*Chantransia*), présentent un plus haut degré de complication dans la forme sexuée, chez le Batrachosperme. Dans les circonstances normales, les entre-nœuds sont partiellement ou en totalité recouverts par des filaments articulés descendants, dont le nombre s'accroît progressivement et qui naissent d'abord de la cellule basilaire des rameaux fasciculés qui constituent les nœuds ou les verticilles, plus tard de la base des ramifications fasciculées, et très souvent de la base des rameaux où la nutrition se fait remarquer par un degré plus grand d'activité, particulièrement de ceux qui portent les glomérules fructifères.

» Le rôle physiologique de ces filaments articulés se modifie et varie suivant l'âge, la structure et la position dans les régions basilaires ou moyennes des axes de la végétation. Jeunes, ils sont surtout et avant tout des organes d'absorption; ce rôle physiologique, assez nettement indiqué par les points d'émergence, est encore justifié par ce fait que, toutes les fois qu'une jeune plante se trouve immergée dans des mucosités qui entravent les phénomènes de l'absorption, ces filaments s'écartent de l'axe pour aller chercher un milieu plus favorable. Plus âgés et déjà épaissis dans leurs parois, ils deviennent à la base des organes de fixation, plus haut de nouveaux éléments qui, s'accolant à la tige, en augmenteront l'épaisseur, la consistance et la durée. Une section transversale faite sur un axe enveloppé dans cette cortication résistante montre, au centre, la cellule axiale primitive entourée par les sections des filaments corticants, dont la lumière est très régulièrement rétrécie de la circonférence vers le centre. De plus, par la solidification d'un gélin interstitiel, le tout est réuni en un ensemble continu. Ces filaments, devenus corticants ou radicellaires, émettent des ramuscules articulés qui, sur la tige, diminuent ou font disparaître les intervalles compris entre les verticilles et, à la base, figurent un prothalle qui peut devenir persistant.

» Ainsi donc, les organes d'absorption, chez les organismes végétaux inférieurs, présentent des phases parallèles à celles qui sont mieux connues dans les groupes plus élevés.

» Les sommités des ramuscules verticillés donnent lieu à une observation toute particulière. En général, lorsqu'une cellule végétale à parois minces meurt, elle ne tarde pas à se gonfler en ballon; le ballon crève et la cellule disparaît. Sur les sommités détachées, les cellules mortes subissent une rétraction qui peut aller jusqu'au cinquième de leurs dimensions.

» Le fait s'explique : 1° par la suppression d'une tension intra-cellulaire résultant de l'absorption par les filaments radicellaires; 2° par une certaine élasticité d'une paroi cellulaire qui se transforme en un gélin muqueux sur sa surface externe. »

M. Sire présente à l'Académie un instrument destiné à mettre en évidence la loi de Foucault relative à la déviation apparente du plan d'oscillation du pendule. On sait que Foucault a formulé cette loi en disant que *le déplacement angulaire du plan d'oscillation est égal au mouvement angulaire de la Terre dans le même temps, multiplié par le sinus de la latitude.*

L'instrument permet de vérifier la loi en question, que l'expérience

soit réalisée au pôle, à l'équateur ou à telle latitude que l'on veut. On constate également que ce déplacement angulaire du plan d'oscillation du pendule se fait vers la gauche de l'observateur qui regarde le pendule dans notre hémisphère et qu'il a lieu vers la droite dans l'hémisphère austral.

M. **Jaubert** donne lecture d'un Mémoire relatif à diverses modifications qu'il a apportées à plusieurs instruments d'Optique.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Théorie générale des transmissions par câbles métalliques, règles pratiques.* Mémoire de M. **H. Léauté**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Phillips, Resal, Rolland, Bresse.)

« Les transmissions par câbles métalliques ont acquis aujourd'hui une importance industrielle de premier ordre, et leur étude rationnelle, qui n'a pas été faite d'une façon complète jusqu'ici, constitue l'un des problèmes les plus intéressants de la Mécanique pratique.

» Les règles que l'on admet pour l'établissement de ces transmissions sont insuffisantes; elles ne permettent pas toujours d'obtenir un fonctionnement convenable et régulier; elles donnent lieu souvent, dans les applications, à des insuccès regrettables. Il ne saurait d'ailleurs en être autrement, et l'énoncé seul des hypothèses sur lesquelles ces règles s'appuient suffira à le faire comprendre.

» La théorie actuelle considère le câble à l'état statique; elle ne tient aucun compte de la vitesse parfois considérable qui l'anime et de la force centrifuge qui en résulte.

» Elle admet que le câble ne change pas de longueur et laisse de côté, d'une part, les allongements qu'il subit à l'emploi, de l'autre, les effets très sensibles des modifications de longueur qu'il éprouve sous l'action de la température et de l'humidité.

» Elle néglige enfin les variations du travail résistant, traite ainsi la question des câbles comme s'il s'agissait d'un lien en quelque sorte rigide, réunissant d'une façon invariable les poulies qu'il embrasse, et ne se préoccupe point de la *flexibilité* particulière de ce genre de transmission.

» Cette flexibilité constitue cependant l'élément principal du mode de

fonctionnement; c'est d'elle que dépend la manière dont le mouvement se transmet de la poulie motrice à la poulie commandée, c'est-à-dire la manière dont se comporte le câble sous l'influence des variations de résistance qui se produisent dans toutes les machines, et cette considération acquiert une importance capitale depuis que, l'emploi des câbles s'étant généralisé, on leur a fait commander directement des appareils isolés.

» Les hypothèses que nous venons d'énumérer et sur lesquelles reposent les règles actuellement admises constituent une approximation trop grossière, s'écartent trop de la réalité des faits, pour que l'on puisse compter en toute circonstance sur les résultats auxquels elles conduisent, et, de fait, tous les ingénieurs qui ont eu à installer des transmissions télodynamiques savent quelles difficultés l'on rencontre et à quels mécomptes on est exposé.

» L'insuffisance des règles dont il s'agit, l'importance pratique considérable de la question, les difficultés mathématiques qu'elle présente, montrent l'intérêt d'une théorie rationelle et complète des transmissions par câbles métalliques. Cette théorie est exposée dans l'Ouvrage manuscrit que nous soumettons à l'Académie. Nous avons pris pour base de ce travail les belles recherches de M. Resal sur le mouvement d'un fil ([1]). La solution mathématique une fois obtenue, nous nous sommes appuyé sur les résultats de l'expérience pour en déduire les conséquences pratiques qu'elle comporte, et nous sommes ainsi parvenu à des règles précises dans lesquelles il a été tenu compte à la fois de tous les éléments du problème, c'est-à-dire de la résistance du câble, de son adhérence sur les poulies, du mouvement propre qui l'anime, des changements de longueur qu'il subit sous l'influence des variations atmosphériques, des allongements permanents qu'il éprouve à l'emploi, des variations du travail résistant et des exigences pratiques d'exécution des épissures.

» Le point capital de cette étude est la détermination du *coefficient de fonctionnement* dans les transmissions télodynamiques, coefficient qui fixe la manière dont se comporte un câble sous l'influence d'une variation dans les efforts exercés.

» Nous arrivons ainsi à la notion de l'*équivalence* de deux transmissions au point de vue du fonctionnement, et nous indiquons la règle simple permettant d'installer désormais, dans tous les cas, une transmission fonctionnant de la même manière qu'une transmission donnée, quelles que

([1]) Resal, *Traité de Mécanique générale*, t. I, p. 321 et suiv.; t. III, p. 271 et suiv.

soient d'ailleurs la portée, la force à transmettre et les irrégularités du travail résistant.

» Nous examinons également les effets des variations de longueur que subissent les câbles et nous établissons les règles qu'il convient d'adopter pour en éviter les inconvénients.

» Cet ordre d'idées nous conduit à la notion des *câbles limites,* câbles qui transmettent la plus grande force qu'il soit pratiquement possible de leur demander, et que l'on peut du reste employer lorsque la résistance à vaincre est sensiblement constante.

» Nous donnons ensuite, afin de sortir des généralités, les éléments des câbles correspondant à ce que l'on peut considérer comme un coefficient de fonctionnement moyen, câbles qui conviennent aux cas ordinaires de la pratique où l'effort à transmettre n'est pas parfaitement régulier.

» Ces diverses théories sont accompagnées de Tableaux numériques propres à en faciliter l'emploi. Nous terminons enfin en étudiant les transmissions par câbles successifs et les câbles avec galets de support.

» Ce travail est divisé en trois Parties : la première contient la théorie générale; la seconde, les conséquences pratiques qui en découlent; la troisième, les règles d'établissement des transmissions télodynamiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de* licari kanali, *ou essence de bois de rose femelle.* Note de M. **H. Morin.**

(Commissaires : MM. Berthelot, Debray, Friedel.)

« Sous la dénomination commerciale d'*essence de linaloës,* donnée à un produit similaire d'origine mexicaine et provenant du bois de citron, on a importé récemment de la Guyane française une huile essentielle dont est imprégné le *licari kanali,* ou bois de rose femelle, cèdre blanc de Cayenne. Un échantillon de ce bois de la Guyane, qui accompagnait l'envoi de l'essence, a été comparé avec un bois type des collections des colonies : il résulte de cet examen qu'il y a lieu de le spécifier sous le nom d'*Acrodiclidium* (*sp.*), du sous-ordre des Laurinées.

» L'essence de licari, telle qu'elle est livrée au commerce de la parfumerie, constitue un liquide limpide, peu coloré, plus léger que l'eau, possédant une odeur aromatique agréable, rappelant à la fois le parfum de la rose et celui du citron. Au contact des corps en ignition elle brûle avec une flamme fuligineuse. Elle contient une petite quantité d'eau en dissolu-

tion. Exposée à la température de $-20°$, elle ne se concrète pas; elle se trouble seulement par suite de la congélation de l'eau sous forme d'aiguilles microscopiques.

» Pour obtenir à l'état de pureté l'essence de licari, il est nécessaire de la débarrasser d'abord de toutes traces d'humidité par un contact prolongé avec du chlorure de calcium desséché et de la distiller ensuite sur le même sel fondu. Elle passe à la distillation presque en totalité à une température constante, et, au moyen d'une rectification convenable, on recueille un liquide incolore qui bout régulièrement à $+198°$ à la pression de 755^{mm}. Sa densité est de 0,868 à $+15°$. Son pouvoir rotatoire, déterminé au moyen du polarimètre Laurent avec la lumière du gaz salé et à la température de $+15°$, est lévogyre et égal à $-19°$.

» L'essence de *licari* est soluble dans l'alcool, l'éther et la glycérine. La potasse ne l'altère pas.

» Le brome agit vivement sur elle, avec dégagement d'acide bromhydrique si ce métalloïde a été employé en excès. L'iode se comporte d'une façon analogue.

» L'action de l'acide nitrique avec le concours de la chaleur est très énergique; il se forme des produits complexes avec dégagement d'abondantes vapeurs rutilantes.

» L'acide chlorhydrique est absorbé par cette essence suivant certaines conditions, de manière à produire un liquide plus dense que l'eau et à odeur camphrée; la chaleur détruit cette combinaison, dont je poursuis l'étude.

» Au contact de l'acide sulfurique concentré, l'essence s'échauffe très fortement et prend une coloration brune; le produit ainsi obtenu et privé par des lavages à l'eau de toutes traces d'acide devient visqueux sous l'action de la chaleur.

» L'analyse élémentaire assigne à l'essence de licari une composition identique à celle du camphre de Bornéo.

» La moyenne de six analyses concordantes, effectuées sur les produits de deux rectifications distinctes et à point d'ébullition constant à $+198°$, donne le résultat suivant :

		Calcul pour $C^{20}H^{18}O^{2}$.
Carbone	77,77	77,92
Hydrogène	11,90	11,69
Oxygène	»	10,39
		100,00

» Traitée par le chlorure de zinc fondu, l'essence se dédouble en eau et en un hydrocarbure de consistance visqueuse dont l'odeur rappelle celle de la térébenthine. La décomposition a lieu avec une brusque élévation de température. Cet hydrocarbure est optiquement neutre; son analyse correspond à la formule $C^{20}H^{16}$.

» L'essence de licari kanali paraît donc, comme les essences de cajeput et d'*Osmitopsis astericoides*, être un isomère du camphre de Bornéo et susceptible de former de même, par déshydratation, un carbure d'hydrogène dont la composition répond à la formule $C^{20}H^{16}$. »

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Lettre de M. V. **Mayet** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Voici le résumé de mes études dans la première quinzaine d'avril :

» J'ai rayonné autour de Montpellier, et j'ai été jusqu'à Béziers et Narbonne, dans le but de réunir le plus possible de documents concernant la permanence des galles de Phylloxera sur les feuilles, dans les mêmes quartiers.

» Plus de cent œufs d'hiver ont été observés par moi dans la localité où je les ai découverts à Montpellier. J'y suis allé avec M. Lichtenstein, qui vous a écrit pour vous rendre compte de ses propres recherches.

» De nombreuses éclosions de ces œufs ont été observées, et voici, par ordre de dates, le nombre de celles que j'ai obtenues dans mon laboratoire : le 5 avril, une; le 6, trois; le 7, une ; le 8, quatre ; le 9, six ; le 10, trois; le 11, deux ; le 13, trois ; le 14, cinq ; le 15, deux ; le 16 enfin, quatre ; total, trente-quatre. Une vingtaine de ces œufs non éclos restent en observation; le reste s'est desséché ou a été préparé pour le microscope. De plus, tout porte à croire que j'ai encore de nombreux spécimens non éclos dans les deux ou trois cents bouts de sarments que j'ai coupés au vignoble sans avoir eu le temps de les examiner. Ces recherches à la loupe sont longues et minutieuses.

» Je puis donc dire que l'éclosion de l'œuf fécondé se fait ici pendant tout le mois d'avril, et même dès la fin de mars, comme je le prouverai plus loin.

» Plusieurs de mes Phylloxeras issus de l'œuf d'hiver ont été mis sur des feuilles de clinton dès le 10 avril, et, à l'heure qu'il est, ils sont enfermés

dans une petite galle. J'ai fait une observation plus importante : j'ai trouvé, le 13 de ce mois, dans le domaine de Verchant, près Montpellier, appartenant à M. Leenhardt, un groupe d'une dizaine de riparias (type sauvage) déjà couverts d'une multitude de galles, et dans ces galles des aptères adultes en train de pondre. Comme il faut au moins quinze jours avant qu'un Phylloxera puisse pondre, ceux-ci sont donc nés de l'œuf d'hiver vers le 25 mars.

» J'ai recueilli sur ces riparias de M. Leenhardt plusieurs morceaux de bois de deux ans et j'ai eu la satisfaction de trouver sous l'écorce de l'un d'eux une dépouille de femelle sexuée. Là encore les galles proviennent donc bien d'œufs d'hiver déposés sous les écorces l'automne dernier. Plus je vais, plus je vois que je suis dans la bonne voie pour mes recherches.

» Ma conviction est à peu près faite pour ce pays-ci; mais il faut que j'arrive à déterminer dans l'Ouest le lieu de ponte des sexués et que je voie par moi-même si parfois les œufs d'hiver se trouvent sur des plants français *qui n'ont pas eu de galles*, comme on l'a affirmé à M. Lichtenstein dans le Médoc. C'est donc là que j'opérerai, ainsi qu'à Libourne et à Cognac. Je compte faire de nombreux voyages cette année dans ces parages, car, les endroits de ponte étant bien déterminés, la destruction de l'œuf d'hiver serait assurée.

» Un traitement insecticide imposé aux propriétaires contribuerait considérablement à enrayer le fléau. »

VITICULTURE. — *Résultats obtenus, dans les vignes phylloxérées, par un traitement mixte au sulfure de carbonne et au sulfocarbonate de potasse.* Lettre de M. **Laugier** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai le plaisir de vous annoncer que les excellents résultats obtenus par le traitement mixte au sulfure de carbone et au surfocarbonate de potasse, que j'avais institué en juillet-août 1880, et constatés par M. le Délégué régional, ont été confirmés par les recherches effectuées en mars 1881, sous ma direction.

» A Gilette, notamment dans la propriété phylloxérée de M. Bruny, juge de paix (unique tache phylloxérique de l'arrondissement de Puget-Théniers), il n'a pas été possible de retrouver un seul phylloxera sur les racines. D'autre part, le fermier de M. Bruny, qui, comme tous les fermiers voisins, était fort sceptique en juillet dernier, a dû constater, *à son grand*

étonnement, la présence de très nombreuses et très vigoureuses radicelles nouvelles, mesurant en moyenne plus de $0^m,30$ de longueur. Je dois ajouter que ces radicelles étaient complètement exemptes de *nodosités*.

» Par mesure de précaution, un traitement de deuxième année, par le sulfure de carbone et le sulfocarbonate, a été exécuté. Comme l'an dernier, j'ai fait appliquer le sulfocarbonate dilué dans 3^{lit} d'eau, pour réduire au minimum les frais de transport de l'eau au pied du cep. On arrosait la partie aérienne du cep, les jeunes bois de un et deux ans exceptés, pour ménager les bourgeons; on atteint ainsi, autant que possible, *les œufs d'hiver*, s'il s'en trouve, et les *hibernants* logés entre l'épaisseur des écorces, dans la partie souterraine du cep. Voilà, suivant moi, un des moyens les plus efficaces de neutraliser une réinvasion, et je pense que vous approuverez cette opinion. Vous savez, par les expériences de M. Marès et de M. Mouillefert, combien il est difficile, même en hiver et avec de grandes quantités d'eau dont le transport est très coûteux, d'atteindre de grandes profondeurs avec le sulfocarbonate seul, et d'obtenir un résultat insecticide satisfaisant, tandis que les vapeurs du sulfure de carbone, injectées dans le sol à la dose de 32^{gr} à 40^{gr} par mètre carré, arrivent aisément en quantité suffisante à plus de 2^m de profondeur, ainsi que j'ai pu le constater. En été, 2^{lit} à 3^{lit} d'eau (avec 10^{gr} à 15^{gr} de KS, CS^2) par cep, assurent le résultat du traitement par le CS^2, en obturant les crevasses du sol autour du cep et en maintenant les vapeurs de sulfure, qui tendraient, sans cela, à s'échapper trop rapidement pour agir sur les insectes protégés par les écorces.

» Je dois ajouter que, d'après ce que j'ai pu voir à Gilette, le sulfure de potassium paraît agir dans un sens favorable sur le *mycélium* du *blanc de la vigne* (ou *pourridié*). Ce mycélium est assez fréquent dans le département et se rencontre souvent sur les vignes phylloxérées, dont il paraît accélérer la décrépitude.

» Dans les quelques essais que j'ai pu faire, près de Nice, avec le traitement mixte au sulfure et au sulfocarbonate, en employant, pour diluer ce dernier, du *sewage*, la formation du nouveau *chevelu* a été encore plus marquée. Les phosphates et les sels ammoniacaux, dont ce *sewage*, liquide résidu de la fabrication du sulfate d'ammoniaque avec les eaux de vidange de l'usine de Nice, contient une proportion notable, paraissent avoir secondé énergiquement l'action fertilisante de la potasse du sulfocarbonate. Ce *sewage* est à très bon marché (2^{fr} le mètre cube) et revient, en général, moins cher que l'eau, car la plupart des fermiers consentent à le transporter eux-mêmes à titre d'engrais supplémentaire.

» Ainsi que je vous l'avais écrit, je développe le plus possible, cette

année, ce mode de traitement mixte, conformément au programme approuvé par M. le Ministre. »

M. E. Mall adresse un Mémoire intitulé « Description d'un nouveau genre de machine soufflante applicable à la direction des aérostats ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Rapport sur les travaux de M. Pasteur, par M. *H. Bouley*, membre de l'Institut, au sujet de la médaille d'honneur offerte à M. Louis Pasteur dans la séance d'ouverture de la Société des Agriculteurs de France, le 21 février 1881 »;

2° Une Brochure de M. *J. Gay*, intitulée « Les fermentations par ferments figurés et leurs applications médicales »;

3° L'« Annuaire du *Cosmos-les Mondes* pour 1881 », par M. l'abbé *Moigno*.

Le Comité constitué par l'Université de Dorpat, pour élever une statue à M. *E. de Baer*, adresse à l'Académie un exemplaire de la circulaire invitant les sculpteurs de tous les pays à envoyer des projets.

M. Faye, en présentant le premier Volume des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, s'exprime ainsi :

« L'Académie accueillera certainement avec intérêt ce Volume, que M. Baillaud, le directeur actuel, vient de publier. En succédant à M. Tisserand, M. Baillaud a jugé qu'il avait à remplir un premier devoir, celui de liquider, en quelque sorte, l'héritage qui lui avait été légué. La ville de Toulouse, avec une libéralité qui l'honore, a bien voulu faire les frais de la publication. L'Ouvrage a été imprimé par M. Gauthier-Villars : c'est assez dire que la beauté et l'exactitude de l'impression répondent au mérite de l'Ouvrage.

» Ce premier Volume marque, en effet, une ère nouvelle dans l'histoire de nos observatoires de province, si longtemps négligés, aujourd'hui soutenus avec tant de sollicitude par l'État et par nos plus grandes cités. Il est intéressant de parcourir cet Ouvrage et de voir comment le jeune directeur

d'un de ces observatoires appelés, depuis si peu d'années, à une période d'activité féconde, a compris son rôle dans le grand mouvement scientifique de notre époque.

» En dehors des travaux réguliers qui reviennent de droit à notre Observatoire national, l'Astronomie offre aux autres établissements un champ très vaste. M. Tisserand y a choisi l'étude de deux systèmes secondaires de notre monde, celui de Jupiter et celui surtout de Saturne. Il y a là, comme Cassini et Laplace l'ont montré, une ample moisson de découvertes à faire. Ces petits mondes présentent en effet des relations, des lois d'une délicatesse extrême, dont l'explication, jusque dans les moindres détails, est aujourd'hui le plus beau triomphe de la théorie, et, on peut le dire, sa véritable pierre de touche. Celui de Saturne était bien oublié chez nous. M. Tisserand s'est attaché à en observer les satellites; il a entrepris une recherche approfondie des inégalités séculaires du plus important d'entre eux, le dernier, Japhet, dont l'inclinaison de l'orbite sur l'équateur de Saturne est si remarquable. Les astronomes connaissent déjà les curieux résultats auxquels l'auteur est parvenu; ils seront satisfaits de retrouver dans ce premier Volume : une théorie complète du huitième satellite; l'étude des mouvements progressifs des axes des orbites, qui, dans ce curieux système, prennent des proportions étonnantes; la détermination de la masse de l'anneau, masse énorme par rapport à celle des satellites et même par rapport à la masse de notre Lune, qui n'en est que la treizième ou quatorzième partie; enfin l'étude de certaines conditions d'équilibre de ce merveilleux appendice, qui paraît ne pouvoir subsister qu'à la condition de se subdiviser en une quantité d'anneaux distincts, séparés par des intervalles à peine perceptibles, si ce n'est pour la puissante lunette de M. Bond.

» Je profite de l'absence momentanée de notre confrère pour ajouter les réflexions suivantes. M. Tisserand ne s'est pas borné à faire lui-même des recherches importantes : il a eu le talent et le mérite d'imprimer à ses auxiliaires la même ardeur et le même zèle. On peut dire qu'il a fait école et époque à Toulouse. C'est ainsi que M. Perrotin, dont nous voyons le nom joint aux observations les plus variées, a donné dans ce Volume une théorie de la planète Vesta poussée jusqu'aux inégalités importantes qui dépendent du carré des masses. Ce travail, favorablement accueilli par les meilleurs juges, a mis le sceau à la réputation que M. Perrotin s'est faite sous la direction de son jeune maître, et lui a valu l'honneur, le bonheur d'être choisi par M. Bischoffsheim pour la direction du grand observatoire que ce célèbre ami des sciences fait ériger à Nice.

» Il en a été de même, à divers degrés, bien entendu, de tous les colla-

borateurs de notre confrère. Tous ont contribué à ce Volume par des observations et des calculs. Ce sont, rapidement : une étude intéressante de M. Gruey sur la lumière zodiacale; une belle et importante série d'éclipses des satellites de Jupiter, observées par MM. Perrotin, Bigourdan et Jean ; un grand travail sur les taches du Soleil; des observations délicates sur l'anneau de Saturne et les passages des satellites par des tangentes extrêmes de l'anneau, observations qui ont donné une valeur très précise de ses dimensions; enfin des dessins des taches du Soleil, admirablement exécutés par M. Jean; ce spécimen fait désirer que l'ensemble de ces dessins ne reste pas dans les cartons de l'Observatoire de Toulouse.

» Permettez-moi, en terminant ce trop rapide compte rendu, de faire remarquer que le directeur actuel, M. Baillaud, n'a pas eu le seul mérite de publier une œuvre achevée : il a pris part lui-même aux réductions, aux calculs, et, bien qu'il ait soin de s'effacer, je ne puis m'empêcher d'exprimer l'espoir que son zèle et son incontestable savoir maintiendront l'Observatoire de Toulouse au rang élevé où M. Tisserand l'a porté.

» Je prie l'Académie de vouloir bien lui témoigner l'intérêt qu'elle attache à la publication qu'il vient de faire, et à l'avenir de l'Observatoire de Toulouse, dont la direction lui est désormais confiée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. Soit une équation différentielle

$$\frac{d^n y}{dx^n} + p_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + p_2 \frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + p_n y = 0, \tag{1}$$

dont les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_n$ sont des fonctions uniformes doublement périodiques de x n'ayant d'autre point singulier essentiel que le point ∞. Je suppose ces coefficients tels que l'intégrale générale n'ait elle-même d'autre point singulier essentiel que le point ∞ ; de plus, en désignant par a un point quelconque où certains des coefficients p_i deviennent infinis, je suppose que les racines de l'équation fondamentale déterminante relative à ce point soient des nombres *commensurables ayant des différences entières*, mais que les éléments d'un système fondamental ne contiennent pas de logarithmes dans le voisinage de $x = a$; ainsi, $\frac{\alpha'}{\alpha}$ étant la plus petite

des racines de l'équation fondamentale relative au point a, les autres sont

$$\frac{\alpha'}{\alpha}+k_1,\quad \frac{\alpha'}{\alpha}+k_2,\quad \ldots,\quad \frac{\alpha'}{\alpha}+k_{n-1},$$

$\frac{\alpha'}{\alpha}$ désignant une fraction irréductible et $k_1, k_2, \ldots, k_{n-1}$ des entiers positifs.

» Si ces conditions sont remplies pour tous les points singuliers de l'équation différentielle (1), l'intégrale générale de cette équation peut s'obtenir par la méthode suivante. Soit N le plus petit commun multiple des dénominateurs de toutes les fractions telles que $\frac{\alpha'}{\alpha}$ relatives aux différents points singuliers; si l'on considère la fonction

$$z = y^N, \tag{2}$$

cette fonction satisfait à une équation différentielle linéaire d'ordre

$$m = \frac{n(n+1)\ldots(n+N-1)}{1.2\ldots N},$$

à coefficients doublement périodiques. Cette équation peut être formée par la méthode que j'ai indiquée (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 211); elle admet, pour intégrale générale, une fonction homogène de degré N, à coefficients arbitraires, des éléments d'un système fondamental d'intégrales de l'équation (1). Par conséquent, d'après les hypothèses faites sur les points singuliers de l'équation (1), l'intégrale générale de l'équation en z est une fonction uniforme de x dans toute l'étendue du plan; elle pourra donc s'obtenir au moyen des fonctions Θ, H de Jacobi, par la méthode indiquée par M. Picard (*Comptes rendus,* t. XC, p. 128). Une fois que l'on a obtenu un système fondamental d'intégrales de l'équation en z,

$$z_1,\ z_2,\ \ldots,\ z_m,$$

il ne reste plus qu'à déterminer des constantes $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_m$ de façon que l'expression

$$y = (\lambda_1 z_1 + \lambda_2 z_2 + \ldots + \lambda_m z_m)^{\frac{1}{N}}$$

soit une intégrale de l'équation (1); ce que l'on pourra faire par substitution directe dans l'équation (1). Il sera possible d'éviter cette substitution si l'on possède n intégrales $\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_n$ de l'équation en z telles que l'intégrale générale de cette équation soit une fonction homogène de degré N,

à coefficients arbitraires, des n fonctions

$$\zeta_1^{\frac{1}{N}},\ \zeta_2^{\frac{1}{N}},\ \ldots,\ \zeta_n^{\frac{1}{N}};$$

alors ces n fonctions $\zeta_i^{\frac{1}{N}}$ forment un système fondamental d'intégrales de l'équation (1).

» II. Prenons, par exemple, l'équation de Lamé

$$\frac{d^2y}{dx^2} = [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h]y, \tag{3}$$

qui a été intégrée par M. Hermite dans le cas de n entier, et supposons que n soit de la forme $\frac{2n'+1}{2}$, n' étant entier. Alors les deux racines de l'équation fondamentale déterminante, relative au point singulier $x = iK'$, sont $-\frac{2n'+1}{2}$, $\frac{2n'+3}{2}$, nombres commensurables dont la différence est entière. Si donc les éléments de l'intégrale générale ne contiennent pas de logarithmes, on pourra appliquer la méthode précédente. Il faudra former l'équation du troisième ordre

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d^3z}{dx^3} &= [(2n'+1)(2n'+3)k^2 \operatorname{sn}^2 x + 4h]\frac{dz}{dx} \\ &\quad + (2n'+1)(2n'+3)k^2 \operatorname{sn} x \operatorname{cn} x \operatorname{dn} x . z, \end{aligned}\right. \tag{4}$$

à laquelle satisfait la fonction $z = y^2$; cette équation (4) étant intégrée, on formera, comme il a été indiqué, l'intégrale générale de l'équation (3).

» Ainsi, par exemple, si l'on suppose

$$n = \frac{1}{2}, \quad n' = 0, \quad h = -\frac{1+k^2}{4}, \tag{5}$$

l'équation (4) admet pour intégrales les trois fonctions $\operatorname{cn} x$, $\operatorname{sn} x$, $\operatorname{dn} x$. Pour conclure de là l'intégrale générale de l'équation (3) dans ce cas particulier, on remarque que, si l'on fait

$$\zeta_1 = A \operatorname{cn} x + B \operatorname{sn} x + C \operatorname{dn} x,$$
$$\zeta_2 = A' \operatorname{cn} x + B' \operatorname{sn} x + C' \operatorname{dn} x,$$

l'expression $\sqrt{\zeta_1 \zeta_2}$ est une fonction de la même forme, à condition que

$$\left\{\begin{aligned} A^2 k'^2 + B^2 - C^2 k'^2 &= 0, \\ A'^2 k'^2 + B'^2 - C'^2 k'^2 &= 0, \end{aligned}\right. \tag{6}$$

comme l'a montré M. Hermite (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 423). Par suite, sous ces conditions (6), les deux expressions $\sqrt{\zeta_1}$, $\sqrt{\zeta_2}$ sont des intégrales de l'équation (3) dans le cas particulier (5). Ainsi les deux fonctions

$$\sqrt{\operatorname{cn} x + \operatorname{dn} x}, \quad \sqrt{k' \operatorname{sn} x + \operatorname{dn} x}$$

sont des intégrales de cette équation. »

OPTIQUE. — *Production normale des trois systèmes de franges des rayons rectilignes.* Note de M. CROULLEBOIS.

« J'ai montré, dans deux Communications précédentes, comment il était possible de produire simultanément trois systèmes *normaux* de franges des rayons elliptiques et des rayons circulaires. Je me suis proposé d'obtenir le même résultat pour les trois systèmes de franges des rayons rectilignes, *ce qui n'a pas encore été réalisé.*

» Un trait lumineux, polarisé à 45°, illumine les demi-lentilles de Billet; les deux images conjuguées S_1 et S_2 tombent sur la face antérieure d'un biprisme de quartz, du genre Wollaston ou Babinet, dont la section principale est horizontale; *l'angle réfringent de chaque moitié est de* 8° *environ;* S_1 et S_2 se dédoublent séparément en O_1 et E_1, O_2 et E_2; à la suite sont alignés une loupe et un analyseur. En orientant convenablement ce dernier, on obtient sans peine trois systèmes de franges : deux latéraux, de même largeur, symétriques par rapport à la ligne axiale, et un troisième système central, formé de franges beaucoup plus fines, occupant rigoureusement l'intervalle qui sépare les premiers quand les images S_1 et S_2 sont placées à égale distance de la ligne de symétrie du biprisme.

» *Explication.* — Les rayons rectilignes O_1 et O_2, à vibration verticale, sortent du biprisme parallèles deux à deux et assemblés en faisceaux coniques. Ils sont rejetés en dehors de l'axe, vers la droite par exemple, et, comme ils ont subi des retards inégaux tant dans le quartz que dans l'air, ils entrent nécessairement en conflit et donnent des franges (ayant la largeur de celles uniques qu'on obtenait avant l'interposition du biprisme). Les faisceaux E_1 et E_2 interfèrent de la même manière et de l'autre côté de l'axe. Pareillement les cônes O_1 et E_2 se rencontrent dans le champ, sous l'angle de déviation, et donnent des franges (plus étroites que les premières), quand le polariscope est orienté dans les azimuts $\pm \frac{\pi}{4}$.

» *Si la lumière est naturelle*, le système central fait défaut, même avec le nicol oculaire, comme on peut le prévoir *a priori*; les systèmes latéraux redoublent d'intensité ou disparaissent pour deux orientations du polariscope parallèles aux azimuts principaux du biprisme.

» *Si la lumière est polarisée*, on peut tenter de nombreuses vérifications. Si le plan de la polarisation primitive est parallèle aux azimuts principaux du biprisme, deux systèmes s'éteignent à la fois, le central et un latéral. Si le plan de polarisation est incliné de l'angle ω sur ces azimuts, les franges centrales acquièrent leur maximum de beauté pour les deux orientations symétriques $\pm \omega$ du polariscope.

» *Si l'on a recours à la méthode spectroscopique*, on reconnaît trois faisceaux de franges courbes, longitudinales, plus rapprochées dans le violet que dans le rouge, et sur lesquelles on trouve les caractères polariscopiques qu'indique la théorie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Causes perturbatrices des transmissions téléphoniques.* Note de M. Gaiffe.

« Deux baguettes d'égale longueur ayant été coupées dans la même tringle d'un acier susceptible de se polariser fortement sans être trempé, une des baguettes a été aimantée autant que possible, puis on les a placées dans un circuit téléphonique, ainsi que cela a été expliqué dans la Note du 28 mars.

» En les frappant tour à tour de la même manière, j'ai pu constater que la barre aimantée donnait des courants énergiques, tandis que l'autre ne donnait relativement que fort peu de chose.

» Ce fait me paraît pouvoir trouver dans la théorie d'Ampère une explication satisfaisante : il doit se produire, dans un aimant en vibration, des courants analogues aux extra-courants qui naîtraient dans un solénoïde dont on modifierait la position respective des spires en le faisant vibrer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'origine rénale de la néfrozymase.* Note de MM. J. Béchamp et Baltus.

« En 1865, M. A. Béchamp a nettement démontré que, dans l'état *normal* et d'une manière *constante*, l'urine contient une matière de nature albumi-

noïde qui possède les propriétés générales des ferments solubles, la *néfrozymase*, capable de fluidifier et de saccharifier directement l'empois de fécule, tout en étant sans action sur le sucre de canne ([1]). De plus, la proportion de cette substance inconnue jusqu'alors et faisant partie de ce qu'on appelle l'*extractif de l'urine* est relativement considérable, puisque sa quantité peut aller jusqu'à près de $0^{gr},8$ par litre. Ainsi que nous l'avons démontré dans des recherches antérieures, l'urine de miction présente normalement chez le chien une quantité de néfrozymase qui varie entre $0^{gr},35$ et $0^{gr},75$ par litre ([2]).

» Diverses considérations avaient amené M. A. Béchamp à placer le lieu de formation du ferment de l'urine dans le rein lui-même, et non dans la vessie. L'objet de cette Note est la démonstration expérimentale de cette hypothèse, démonstration basée sur l'analyse chimique du produit de fistules uretérales.

» *Expérience I* (17 janvier 1881). — Chien de berger très vigoureux. $P = 18^{kg}$.

» 9^h. — Une heure après un repas copieux de viande et de pommes de terre, on introduit une canule dans l'uretère droit, au moyen d'une boutonnière pratiquée le long du droit abdominal. La sécrétion ne s'établit qu'après un arrêt momentané de quatre heures environ.

» 4^h. — 10^{cc} de l'urine de fistule, mélangés à 40^{gr} d'empois créosoté, sont placés à l'étuve à 40°; dix minutes après, fluidification complète. Le lendemain matin, réduction abondante du réactif cupro-potassique avant ébullition. Une partie du produit a été placée dans un tube à fermentation de Cl. Bernard; le tube était vidé deux heures après : la formation du glucose était donc indiscutable.

» Parallèlement, on mélange à 40^{gr} d'empois créosoté 10^{cc} d'urine de fistule, préalablement bouillie de façon à annihiler l'action de la néfrozymase : quarante-huit heures après, on ne trouvait aucune trace de fluidification.

» Le chien fournit dans la journée de l'opération environ 300^{cc} d'urine.

» *Dosage de la néfrozymase.* — La quantité de néfrozymase, rapportée à 1000^{cc} d'urine, est égale à $1^{gr},08$.

» La néfrozymase isolée fluidifie rapidement l'empois de fécule et le saccharifie en quelques heures.

» *Expérience II* (5 avril). — Chienne griffon. $P = 5^{kg}$.

» Une heure après un repas copieux de soupe aux pommes de terre, on introduit une canule dans chaque uretère, au moyen d'une incision faite sur la ligne blanche, immédiatement au-dessus du pubis. On recueille ainsi en vingt-quatre heures 175^{cc} d'urine acide, ne coagulant pas par la chaleur.

([1]) A. Béchamp, *Comptes rendus*, t. LX, p. 455, et t. LXI, p. 251; *Mémoire sur la néfrozymase, etc.* (*Montpellier-médical*, 1865).

([2]) J. Béchamp et E. Baltus, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1148.

» 2^{cc} d'urine sont mélangés à 5^{gr} d'empois de fécule : deux heures après, fluidification complète et saccharification au bout de douze heures.

» 75^{cc} sont employés à doser la néfrozymase. Le poids de cette substance, rapporté à 1000^{cc}, est de 0^{gr},8.

» 100^{cc} sont employés à isoler la néfrozymase. Le produit, pur, fluidifie l'empois de fécule en deux heures. Quelques heures après, réduction du réactif cupro-potassique et fermentation par la levûre de bière.

» *Conclusions.* — Il résulte des expériences précédentes :

» 1° Que la matière albuminoïde ferment, la néfrozymase, existe dans l'urine obtenue par fistules uretérales;

» 2° Qu'elle est directement sécrétée par le rein;

» 3° Qu'elle existe en plus grande quantité avant son arrivée dans la vessie qu'après son séjour dans cet organe.

» On remarque que sa quantité est diminuée par une alimentation purement végétale. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'absorption des eaux minérales par la surface cutanée.* Note de M. **Champouillon**, présentée par M. Chatin.

« On a souvent mis en doute et l'on conteste encore aujourd'hui l'absorption, par la surface cutanée, des principes minéraux en solution dans l'eau des bains. Depuis dix-huit ans, je poursuis l'étude de cette question, en prenant pour base de mes recherches la loi de l'endosmose; ces recherches ont porté exclusivement sur l'eau ferrugineuse manganésienne de Luxeuil. J'ai l'honneur d'en communiquer aujourd'hui les principaux résultats à l'Académie.

» Les conditions qui favorisent ou qui contrarient le phénomène de l'absorption par la peau sont relatives aux qualités physiologiques du sujet mis en expérience, à la composition, à la température et à la durée du bain.

» Les conditions individuelles favorables à l'absorption cutanée sont : le jeune âge, le tempérament lymphatique, la débilité générale de l'organisme consécutive à l'anémie, aux grandes hémorrhagies, à la leucorrhée, aux maladies chroniques, à la cachexie paludéenne, à l'abstinence, à la réclusion prolongée; une peau fine, délicate, débarrassée, par des lotions savonneuses, de la crasse sudorale, les bains répétés ayant pour effet de ramollir et de rendre perméable l'épiderme invasculaire.

» Les conditions individuelles contraires sont : la vieillesse, une peau sèche, écailleuse ou recouverte des sédiments fixes de la transpiration

une constitution robuste, un tempérament pléthorique, et l'habitude d'un régime alimentaire excitant.

» L'eau alcaline ferrugineuse manganésienne de Luxeuil émerge du sol à une température de 26° C. Elle contient, par litre, $1^{gr},45$ de matières solides, représentées par des sels à base de soude, de chaux, de magnésie et de potasse, de l'acide silicique en abondance, des bicarbonates de fer et de manganèse, de l'azote et de l'acide carbonique libres.

» Sa densité est de 1,052, c'est-à-dire notablement moindre que celle du sang humain. La différence de densité entre ces deux liquides suffit seule à assurer le travail d'absorption cutanée par endosmose. Cette absorption est en outre activement secondée par la percussion de la douche et par le poids de la masse de liquide qui compose le bain.

» Abstraction faite de sa température, l'eau ferrugineuse manganésienne exerce une action légèrement astringente sur les peaux vasculaires, ce qui diminue leur faculté absorbante, et sur les peaux anémiques, indolentes, une action tonique qui produit l'effet contraire.

» L'absorption de l'eau ferrugineuse est à peu près nulle dans un bain pris à 35° et au-dessus; elle ne devient sensible qu'entre 24° à 26°; elle acquiert son maximum d'activité entre 16° et 20°.

» Chacun ayant, pour le chaud comme pour le froid, une impressionnabilité personnelle, variable, il est dès lors assez difficile de déterminer d'une manière fixe le degré thermométrique du bain le plus favorable à l'absorption cutanée.

» La quantité de fer et de manganèse absorbée varie avec la durée du bain; sous ce rapport, le bain de piscine est préférable au bain de baignoire.

» J'ai recherché le fer et le manganèse uniquement dans les urines émises dans l'intervalle d'un bain à l'autre; j'ai eu le soin de réduire celles-ci, par évaporation, au tiers de leur volume, afin de faciliter l'action des réactifs employés à la recherche des sels métalliques.

» Pendant une période de dix-huit ans, j'ai soumis quarante et un malades au régime exclusif des bains ferrugineux : chez quatorze d'entre eux, j'ai trouvé de $0^{gr},003$ à $0^{gr},007$, par jour, de fer et de manganèse; chez les vingt-sept autres, des traces seulement de ces métaux.

» L'analyse chimique ne donne des résultats visibles que pendant les derniers jours de la cure, laquelle dure vingt et un jours seulement, aux Thermes de Luxeuil; c'est surtout chez les sujets profondément anémiés que les urines restent à peu près muettes, parce que la majeure partie du

fer et du manganèse absorbés par la peau est accaparée par l'hémoglobine et y reste fixée. Ce n'est qu'après la période de saturation minérale que le fer et le manganèse se retrouvent dans l'urine.

» L'absorption de l'eau minérale par la surface cutanée constitue une précieuse ressource pour les malades incapables de digérer l'eau ferrugineuse manganésienne. J'ai constaté que les résultats thérapeutiques sont absolument les mêmes, que l'eau soit prise en boisson ou en bains. Il est à noter, en outre, que dans le bain la peau reçoit l'impression tonique du fer et que cette stimulation relève les forces de l'organisme tout entier par l'intermédiaire des centres nerveux.

» *Conclusion.* — L'absorption de l'eau minérale par la peau ne peut être contestée. D'après la loi de l'endosmose et dans certaines conditions déterminées, le régime de la balnéation, employé seul, possède le même degré d'efficacité curative que l'eau minérale prise en boisson. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur l'anatomie du Pyrosome.*
Note de M. L. Joliet.

« *Accroissement de la colonie.* — Tous les observateurs qui se sont occupés du Pyrosome ont remarqué que l'extrémité fermée de la colonie est occupée par quatre Ascidiozoïdes. D'après Savigny et Lesueur, ce sont les quatre individus primitifs développés dans l'œuf même. En ce qui concerne le *Pyrosoma elegans*, chez qui, au dire de Keferstein et Ehlers, l'endostyle se trouve du côté de l'orifice commun, je ne saurais dire ce qui en est; mais chez le *Pyrosoma giganteum* les choses se passent différemment. Panceri a déjà remarqué que les Ascidiozoïdes terminaux manquent de ces cordons musculeux qui vont se terminer sur le pourtour de l'orifice cloacal commun et que possèdent les Ascidiozoïdes primitifs. En outre, dans le *P. giganteum* comme dans le *P. atlanticum*, l'endostyle et par conséquent le point germinatif sont tournés du côté de l'extrémité close. Il s'ensuit qu'un animal placé à un moment donné dans le voisinage immédiat de cette extrémité s'en trouve forcément séparé quelque temps après par les trois ou quatre bourgeons qu'il a produits directement, et plus tard encore non seulement par ceux-ci, mais par leurs dérivés.

» Quand on examine les extrémités closes de plusieurs colonies bien adultes, ayant quelques centimètres de long, on voit que les quatre individus formant le verticille terminal sont dans un échantillon tout à fait

adultes et commençant à bourgeonner, dans un autre jeunes et encore pourvus d'un éléoblaste, ailleurs enfin à l'état de simples bourgeons faisant partie d'un stolon et non encore détachés du parent. En un mot, le verticille terminal d'une colonie ne ressemble pas à celui d'une autre colonie de même âge, ce qui n'aurait pas lieu si ce verticille était le verticille primitif. On voit par ces faits que, si l'on veut retrouver les quatre individus primitifs, ce n'est pas à l'extrémité close qu'il faut les chercher, mais à l'extrémité ouverte. Ils sont, en effet, sans cesse repoussés loin de la première par toute leur progéniture.

» *Système nerveux.* — Il existe sur la ligne médiane postérieure un nerf qui la parcourt dans presque toute son étendue. Il ne naît pas directement du ganglion, mais d'une traînée de cellules qui semblent le prolonger en arrière, court au-dessus de la base des languettes et paraît animer un faisceau de fibres musculaires qui, passant en arrière de l'œsophage, traverse le cloaque en bordant la lame péritonéale sous-intestinale.

» Dans les quatre Ascidiozoïdes primitifs, les deux gros nerfs latéraux postérieurs aboutissent aux deux cordons musculaires qui partent des deux côtés de l'œsophage pour se rendre au cloaque commun.

» Dans les individus ordinaires, il n'existe qu'un seul de ces cordons musculaires; il est médian et représente morphologiquement les deux cordons des individus primitifs, car il reçoit les deux nerfs à la fois.

» *Système musculaire colonial.* — Outre les cordons musculaires dont il vient d'être parlé, il existe dans la substance transparente commune des bandes musculaires beaucoup moins bien limitées qui relient les individus entre eux dans le sens longitudinal. Panceri a décrit leur trajet avec assez d'exactitude, mais sans en connaître l'origine. Ces faisceaux musculaires prennent naissance dans la substance transparente même, dans laquelle on les voit en certains points s'irradier, et semblent se constituer aux dépens des cellules mêmes de cette substance, modifiées d'une manière spéciale. Les cellules normales constitutives de la substance transparente commune sont étoilées.

» *Sur l'éléoblaste.* — Salensky a cherché à voir dans l'éléoblaste des Salpes le représentant déformé de la queue des appendiculaires et des têtards d'Ascidies. En ce qui concerne le Pyrosome, cette hypothèse est inadmissible. L'éléoblaste y prend en effet la forme d'un anneau entourant l'extrémité germinative de l'endostyle. Ce n'est donc plus un organe simple comme dans les Salpes. Par sa forme comme par ses rapports, il ne peut correspondre à la queue des appendiculaires.

» Son rôle paraît être plutôt physiologique. Il grandit tant que le bourgeon reste attaché au parent, il diminue à partir du moment où la séparation s'opère jusqu'à celui où le jeune Ascidiozoïde, s'étant mis en communication avec l'extérieur, peut vivre pour son propre compte; il disparaît alors tout à fait. Je ne pense pas non plus qu'il ait aucun rôle, même adjuvant, dans le bourgeonnement. Il est en effet complètement disparu à l'époque où le bourgeonnement ne fait que commencer. Il sert, selon toute vraisemblance, de réserve au jeune à l'époque où sa nutrition est encore nulle ou insuffisante.

» *Sur l'alternance des générations.* — Si l'on veut rapprocher autant que possible ce qui se passe chez les Salpes de ce qui se passe chez les Pyrosomes, il faut prendre pour termes équivalents d'une part le Salpe agame et de l'autre le Cyathozoïde. On a alors, dans les deux cas, deux individus asexués produisant par bourgeonnement toute une série d'individus qui en diffèrent par la forme, sont semblables entre eux et sexués. Toute la différence gît alors dans ce fait que, tandis que les Salpes sexués ne peuvent bourgeonner, les Pyrosomes sexués sont capables de produire par bourgeonnement d'autres individus, mais semblables à eux-mêmes. »

M. D. Carrère adresse une Note portant pour titre « Description d'un procédé pour résoudre l'équation du troisième degré à coefficients imaginaires ».

MM. J. Morin et Gloker adressent une Note sur « un indicateur galvanométrique des courants alternatifs ou continus ».

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 avril 1881.

(Suite.)

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 16e année, 1880, 2e semestre. Rouen, L. Deshays, 1881; in-8°.

La dégénérescence de la vigne cultivée, ses causes et ses effets. Solution de la

question phylloxérique; par C. OBERLIN. Colmar, E. Barth, 1881; in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Installation frigorifique de la Morgue. Troisième Lettre à M. le Préfet de la Seine; par CH. TELLIER. Paris, Chaix, 1881; br. in-8°.

Essai sur le classement des animaux qui vivent sur la plage de Dunkerque; par M. O. TERQUEM. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Viaje a la Patagonia austral, emprendido bajo los auspicios del Gobierno nacional 1876-1877; *por* FR.-P. MORENO. Segunda edicion, Tomo primero. Buenos-Aires, impr. de la Nacion, 1879; in-8° relié. (Renvoyé à l'examen de M. Boussingault.)

Report of the superintendent of the United-States coast Survey showing the progress of the work for the fiscal year ending with june, 1877. Washington, Government printing Office, 1880; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 AVRIL 1881.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés, sous l'autorité du Comité international, par le Directeur du Bureau. T. I. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse. Tome I, *renfermant les travaux exécutés de* 1873 *à la fin de* 1878 *sous la direction de M. F. Tisserand,* publié par M. B. BAILLAUD. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Examen minéralogique et chimique de matériaux provenant de quelques forts vitrifiés de la France; conclusions qui en résultent; par M. DAUBRÉE. Paris, Didier et Cie, 1881; in-8°. (Extrait de la *Revue archéologique.*)

Traité de Botanique; par PH. VAN TIEGHEM. Fasc. 2, pages 161 à 320. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard. 3e série, t. II, IIe Partie: *Notice historique sur le pays de Montbéliard à l'époque de la Révolution française* (1789-1796). Montbéliard, Barbier frères, 1880; in-8°.

Précis de Zoologie médicale; par G. CARLET. Paris, G. Masson, 1881; in-18. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Exposé de mes études sur le terrain houiller. Lettre à M. Hébert, Membre de l'Institut; par M. J. GOSSELET. Lille, impr. Six-Horemans, 1881; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Atlas des caractères spécifiques des plantes de la flore parisienne et de la flore rémoise; par V. LEMOINE. *Les fougères;* Pl. I à X. Reims, E. Deligne; Paris, Savy, 1881; in-8°.

Les fermentations par ferments figurés et leurs applications médicales; par J. Gay. Montpellier, Coulet; Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-8°.

Le progrès pour tous. Annuaire du Cosmos les Mondes pour 1881. *Revue du progrès scientifique en* 1879-80; *par* M. l'abbé Moigno. Paris, au bureau du Journal *Les Mondes*, 1881; in-12.

Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Annuaire pour l'année 1881. Paris, J. Tremblay, 1881; in-18.

Nouvelle méthode de calcul pour mesurer la longueur des arcs, etc. Bordeaux, impr. Forastié, 1880; br. in-8°.

Observations de Poulkova, publiées par Otto Struve. Vol. XI: *Observations faites à la lunette méridienne.* Saint-Pétersbourg, 1879; in-4°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. Wild. Jahrgang 1879, Theil I, II. Saint-Pétersbourg, 1880; 2 vol. in-4°.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr H. Wild. Band VII, Heft I. Saint-Pétersbourg, 1880; in-4°.

Report upon United States geographical surveys west of the one hundredth meridian. Vol. II, *Astronomy and barometric Hypsometry.* — *Report upon geographical and geological explorations and surveys, etc.* Vol. III, *Geology*; vol. IV, *Paleontology*; vol. V, *Zoology*; vol. VI, *Botany*. Washington, Government printing Office, 1875-1878; 5 vol. in-4° reliés.

A subject-index to the publications of the United States naval Observatory, 1845-1875; *by* E. Holden. Washington, Government printing Office, 1879; in-4°.

Proceedings of the american pharmaceutical Association at the twenty-seventh annual meeting held in Indianopolis, Ind., september 1879. Philadelphia, Sherman and C°, 1880; in-8°.

Della respirazione artificiale praticata secondo i principj salutari della vera Scienza. Memoria del Dr F. Pacini. Firenze, 1880; br. in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

Sui grandi movimenti della atmosfera e sulla previsione del tempo del prof. D. Ragona. Modena, 1881; in-4°.

Stanislao Vecchi. *Gli icnortometri ossia nuovi strumenti geodetici, etc.* Parma, tipogr. Rossi-Ubaldi, 1880; in-4°.

Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen nebst Bemerkungen über den Bronchialbaum der Vögel und Reptilien; von Prof. Dr C. Aeby. Leipzig, W. Engelmann, 1880; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 31 janvier 1881.)

Page 225, ligne 12, *au lieu de* $(6D' - 1)$ *lisez* $6(D' - 1)$.

» lignes 22 et 25, *au lieu de* $\frac{e_1}{q}$ *lisez* $\frac{q}{e_1}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur une propriété de l'indicatrice, relative à la courbure moyenne des surfaces convexes;* par M. FAYE.

« De même qu'on se représente la courbure d'une ligne en considérant le triangle infiniment aplati formé par deux éléments consécutifs, la corde et la flèche, de même on peut se représenter la courbure d'une surface autour d'un point en considérant le cône infiniment aplati que forment les éléments rectilignes de toutes les sections normales passant par ce point. L'ensemble des cordes, pour une même flèche, forme l'ensemble des rayons de l'ellipse indicatrice de Ch. Dupin, en sorte que ce cône droit est du second degré. Pour écraser ce cône sur un plan, il faut y pratiquer une déchirure infiniment étroite. Un élément de surface flexible, mais non extensible, s'appliquera évidemment sur un autre élément si l'angle de déchirure est le même pour ces deux éléments de surface. J'ai trouvé que cet angle varie, d'un point à l'autre ou d'une surface à l'autre, en raison inverse de l'aire de l'indicatrice, la flèche restant constante.

» En effet, l'excès de quatre droits sur la somme des angles formés par

les génératrices successives de ce cône s'obtient en intégrant l'équation différentielle

$$d\varphi' = d\varphi \frac{\cos^2 i}{\cos i'},$$

dans laquelle $d\varphi$ est la projection, sur la base du cône, de l'angle au sommet $d\varphi'$ de deux génératrices, i l'inclinaison de ces génératrices sur ce même plan, i' celle du plan tangent. Si l'on désigne par h la flèche de l'élément superficiel (infiniment petit du second ordre) ou la hauteur du cône, par ρ un rayon de l'indicatrice, par p la perpendiculaire menée du centre sur la tangente à l'indicatrice, on a, aux quantités près du quatrième ordre,

$$\frac{\cos^2 i}{\cos i'} = 1 - \left(\frac{h^2}{\rho^2} - \frac{h^2}{2p^2}\right).$$

» En désignant par a et b les demi-axes de l'indicatrice, par φ un angle compté autour du centre à partir de l'axe b, on écrit immédiatement les relations

$$a^2 b^2 \frac{1}{\rho^2} = b^2 \sin^2\varphi + a^2 \cos^2\varphi,$$

$$a^2 b^2 \frac{1}{p^2} = \frac{b^4 \sin^2\varphi + a^4 \cos^2\varphi}{b^2 \sin^2\varphi + a^2 \cos^2\varphi},$$

et l'intégration de o à 2π donne, pour l'excès de 2π sur la somme des angles au sommet du cône, c'est-à-dire pour la déchirure produite par l'écrasement du cône sur un plan,

$$\frac{\pi h^2}{a^2 b^2}[a^2 + b^2 - (a^2 - ab + b^2)] = \frac{\pi h^2}{ab}.$$

» Ainsi, pour qu'un élément de surface s'applique exactement sur un autre, il faut que leurs indicatrices, de même flèche, aient même aire.

» Les théorèmes connus sur la courbure moyenne des surfaces en dérivent immédiatement, car ab représente la moyenne des carrés des rayons de l'indicatrice, et par suite la moyenne des rayons de courbure des sections normales de la surface; d'autre part, ab est proportionnel à $\sqrt{RR'}$, c'est-à-dire à l'inverse de la courbure moyenne. »

PHYSIQUE. — *Sur la force électromotrice inverse de l'arc électrique;* par M. J. Jamin.

« Dans la séance du 21 mars dernier, M. Le Roux a fait connaître un procédé simple pour démontrer dans l'arc voltaïque l'existence d'une force électromotrice inverse. Ce procédé consiste à éteindre l'arc en ouvrant le circuit et à rétablir aussitôt après, à la main, la communication entre les deux charbons à travers un galvanomètre. On constate ainsi l'existence d'un courant, allant du pôle négatif au pôle positif, entre les pointes de charbon encore très chaudes et en sens contraire dans le galvanomètre. C'est Edlund qui, le premier, a signalé l'existence de cette force inverse; elle a été depuis démontrée par toutes les expériences. Elle agit comme la polarisation des électrodes; elle se développe aussitôt que l'arc s'allume, croît rapidement jusqu'à une limite fixe, et alors elle oppose, comme la polarisation des électrodes, une résistance au passage du courant; elle équivaut environ à 10 ou 15 éléments Bunsen.

» Si donc on essaye d'allumer un arc électrique au moyen d'une pile, il faut d'abord vaincre cette résistance par un nombre égal d'éléments et y en ajouter ensuite environ 25 autres pour obtenir un arc suffisant. Voilà pourquoi il faut toujours au moins 30 ou 40 éléments Bunsen pour maintenir un régulateur allumé; mais ils ne font que le travail de 25 éléments.

» C'est aussi par la même raison qu'il est si difficile d'allumer deux ou un plus grand nombre d'arcs dans un même courant continu, puisqu'il faut, pour chaque arc allumé, vaincre la même force inverse. On conçoit donc que toute pile, toute machine à courant continu, tout accumulateur secondaire, comme celui de Planté ou celui de Faure, aura à lutter contre cet obstacle, devra avoir acquis une très grande tension avant de pouvoir allumer l'arc et n'en pourra allumer qu'un seul.

» Les conditions sont toutes différentes avec les machines magnéto-électriques à courants alternativement contraires, comme par exemple l'auto-excitatrice de Gramme.

» En effet, après qu'il a passé dans un sens et que la polarisation s'est établie, le courant normal cesse; mais il se reproduit aussitôt dans un sens opposé, qui est le sens de celui dont M. Le Roux vient de constater l'existence. Loin d'avoir à lutter contre ce courant inverse, il profite de son existence, et les deux forces électromotrices, au lieu de se retrancher, se superposent. Ainsi, pendant la durée de chaque courant partiel, il y a deux

périodes distinctes. La première commence au moment où se fait l'inversion, où les deux actions s'ajoutent et où le courant total a son maximum d'intensité; bientôt une polarisation contraire à la première s'établit, va en croissant, la détruit, et il n'y a plus que le courant normal de la machine, sans polarisation. Dans la seconde période, la force inverse se retranche du courant normal, l'intensité se réduit à une différence et décroît : c'est la période d'accumulation après laquelle la force inverse se débandera tout à coup au moment de l'inversion suivante.

» Si les inversions se succédaient après de grands intervalles, la résistance au passage aurait le temps d'atteindre son maximum, et l'on serait, au moment de chaque inversion, dans le même cas qu'avec une pile; mais, dans nos machines, elles se renouvellent au moins cinq cents fois par seconde. Il y a donc au moins cinq cents émissions de courant avec une force électromotrice égale à celle de la machine, augmentée de la force inverse créée pendant la durée de l'émission précédente. Il y a cinq cents accumulations et cinq cents émissions de coups de force qui donnent à l'arc son grand éclat.

» On comprend maintenant comment il se fait qu'on puisse allumer plusieurs arcs dans le même circuit d'une machine et pourquoi on ne peut le faire avec une pile ou avec un accumulateur : c'est que dans le premier cas on profite de la force inverse à chaque interruption, et que dans le second il faut la vaincre quand elle est permanente et qu'elle est maximum; c'est ce qui fait l'avantage des bougies électriques et la supériorité des machines sur les piles.

» Il est probable que la durée nécessaire pour que la force inverse atteigne sa valeur limite est très courte, car le nombre des lampes qu'on peut allumer dans un même circuit augmente rapidement avec la vitesse. Les derniers perfectionnements apportés à la machine Gramme permettent de porter ce nombre à 15 et même à 20 lampes, ce qui fait de 60 à 80 par machine; elles valent environ 25 carcels chacune, ce qui fait un total de 1500 à 2000 carcels, dépensant un peu moins de 20 chevaux.

» On est d'accord pour expliquer l'existence des forces électromotrices par le phénomène de Peltier. Le courant qui passe de la pointe positive à l'arc échauffe considérablement cette pointe, puis il continue et passe de l'arc sur la pointe négative; là il y a refroidissement ou au moins échauffement plus faible, et l'on sait que, le courant cessant, la différence de température des soudures développe un courant contraire à celui qui la détermine. Ce serait donc uniquement cette différence de température des

deux pointes qui déterminerait la force inverse : or, comme elle n'a point lieu avec des courants alternatifs, cette force ne doit point exister. »

ZOOLOGIE. — *Création d'une station zoologique marine dans les Pyrénées-Orientales;* par M. H. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Lorsque, dans la séance du 14 février dernier, j'exposais à l'Académie les progrès accomplis depuis dix ans par les Laboratoires de Zoologie marine de Roscoff, j'ajoutais que l'idée, mise en avant par moi en 1879, d'établir une station d'hiver dans les Pyrénées-Orientales, prenait une telle faveur, qu'il m'était possible de considérer la fondation comme un fait accompli ([1]).

» L'idée a si bien fait son chemin depuis cette époque, que je viens aujourd'hui prier l'Académie d'enregistrer dans ses *Comptes rendus* un véritable succès.

» Ainsi que je l'annonçais dans ma dernière Communication, j'ai quitté Paris à la fin de mon cours de la Sorbonne. Le 15 mars, je suis allé à Roscoff terminer et conclure l'affaire de la construction d'un vivier qui nous manquait et que je réclamais depuis longtemps.

» Après cela, j'ai gagné Perpignan et Port-Vendres une première fois au commencement d'avril, afin d'étudier sur les lieux mêmes les difficultés qui s'opposaient à la cession de la presqu'île de Port-Vendres.

» L'Académie n'a pas oublié que depuis 1879 je poursuis cette cession, car je crois que, placée dans un port tranquille, entourée d'une eau pure, ayant des bâtiments suffisants, cette petite citadelle, devenue insuffisante à tous les points de vue, peut être avantageusement transformée, sans beaucoup de dépenses, en un établissement zoologique admirablement situé.

» A Paris, au Ministère de la Guerre, j'ai trouvé une opposition absolue. Je ne me suis point découragé, malgré les refus successifs adressés deux fois à M. le Ministre de l'Instruction publique par son collègue de la Guerre, ainsi qu'à MM. les députés des Pyrénées-Orientales.

» En me rendant à Perpignan, j'ai recherché et cru avoir trouvé la cause de cette opposition, et, après un entretien favorable avec le commandant du génie des Pyrénées-Orientales, j'allais arriver à obtenir ce que je demandais

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, séance du 14 février 1881.

depuis si longtemps, lorsque je me suis heurté à une nouvelle difficulté : aux projets et plans de MM. les ingénieurs des Ponts et Chaussées.

» Il est des questions qui semblent ne pouvoir être résolues qu'après l'épuisement complet de toutes les difficultés.

» Le creusement d'une nouvelle darse pour l'agrandissement du port de Port-Vendres a été soumis à des études qui ne peuvent conduire qu'à trois solutions : l'entrée de la darse pourrait être soit au nord, soit à l'ouest; ces deux positions extrêmes ayant été rejetées, reste celle qui se place entre les deux. Or, si elle est acceptée, comme cela est probable, la presqu'île sautera et fera place à l'entrée du nouveau bassin qu'on se propose de creuser à l'est.

» Fallait-il, devant cette perspective, continuer des démarches et entraîner à des dépenses qui eussent plus tard pu devenir un embarras pour l'exécution des projets? Je ne l'ai pas pensé, étant surtout secondé par des circonstances nouvelles.

» Les motifs qui me faisaient désirer si vivement la cession de la presqu'île ont été indiqués dans ma première Communication ; je ne les répéterai pas ; ils peuvent se résumer en deux mots : position excellente et local suffisant tout construit.

» En face de la nouvelle difficulté que je viens d'indiquer, il y avait lieu d'examiner cette question : ne peut-on rencontrer des conditions favorables en dehors de la presqu'île? Il m'a été facile de trouver une solution en étudiant sur les lieux mêmes et en me plaçant au nouveau point de vue de la nécessité de tenir compte des exigences impérieuses d'un intérêt général de premier ordre pour le pays.

» Les résultats obtenus méritent toute l'attention de l'Académie.

» Dès mon arrivée dans les Pyrénées-Orientales, j'ai trouvé les meilleures dispositions; chacun était désireux de m'aider dans mon entreprise, qui s'était bientôt transformée et devenait celle-ci : trouver un emplacement équivalent à celui que j'abandonnais et les fonds nécessaires à la construction d'un local ne pouvant dans aucun cas porter obstacle aux agrandissements si vivement et justement réclamés du port de Port-Vendres, agrandissements qui aujourd'hui s'imposent.

» Pendant que je recherchais la solution de cette nouvelle question, le Conseil municipal de l'une des villes du littoral, la dernière sur la frontière, de Banyuls-sur-Mer, appréciant tout l'intérêt qu'il y avait pour sa commune à obtenir l'établissement scientifique projeté, s'assemblait extraordinairement et prenait une délibération, approuvée par le préfet, que

m'apportait M. Pascal, le maire actif et intelligent de Banyuls, par laquelle étaient mis à ma disposition, si je choisissais la localité pour siège de la station :

» 1° Une somme de 12000^{fr} en capital immédiatement disponible ;

» 2° Une rente de 500^{fr} pendant vingt ans;

» 3° Un emplacement suffisant dont je fixerais les limites et tout préparé pour recevoir la construction des laboratoires.

» En même temps, un propriétaire de Banyuls m'offrait aussi un autre emplacement, une rente de 250^{fr} pendant dix ans et une petite embarcation de 2 à 3 tonneaux.

» Enfin M. Pascal ajoutait, en m'apportant la délibération, qu'une souscription spontanée s'organisait pour fournir bien des accessoires nécessaires à une première installation.

» De son côté, Port-Vendres, tenant beaucoup à ce que mon idée primitive ne fût point abandonnée et désirant ardemment posséder le siège du centre scientifique, me demandait de venir visiter des emplacements nouveaux pouvant remplacer ceux de la presqu'île. Le 29 avril, je me rendais à cette invitation et je trouvais le plus grand nombre des conseillers municipaux, ayant à leur tête le maire, M. Belieux, homme fort riche, très libéral, qui déjà a beaucoup fait pour la commune de Port-Vendres, réunis et émus des offres brillantes de Banyuls. Des promesses officieuses m'étaient faites, et tout porte à croire qu'elles seront suivies de délibérations officielles, régulièrement approuvées, enfin qu'elles seront de nature telle, qu'elles auront une grande influence sur la détermination à prendre pour fixer le choix de la localité.

» Voilà donc un premier résultat acquis, résultat remarquable s'il en fût : deux localités voisines, placées à l'extrémité de la France, luttent de zèle pour devenir le siège d'une station scientifique se rattachant à la métropole, et, alors qu'il y a quelques mois j'étais embarrassé pour trouver un emplacement, aujourd'hui c'est l'embarras du choix qui me préoccupe.

» Qu'il me soit permis de dire combien je suis heureux d'avoir obtenu pour la Science un tel résultat et d'avoir rencontré un tel entrain dans deux petites villes dont les populations se sont montrées si intelligemment intéressées au progrès de la Science pure.

» Que mes confrères me permettent aussi de leur rapporter ce premier succès ; c'est en présentant mes projets placés sous le couvert de l'appro-

bation de l'Académie que je les vois réussir : n'est-il pas évident qu'en me donnant les moyens et les encouragements nécessaires pour entreprendre la campagne dont je viens lui rendre compte elle m'a constitué son mandataire et a pris mon entreprise sous son haut patronage?

» Je dois encore me féliciter de la grande publicité de nos séances. Dès mon arrivée j'ai trouvé les esprits préparés, et je n'ai pas une fois entendu cette question décevante et décourageante : « A quoi cela sert-il? » Partout j'ai trouvé les meilleures dispositions, comme on en peut juger par ce qui précède et par ce qui suit.

» La session du Conseil général ne s'ouvrant que le 25 avril, je me suis un moment éloigné, pour revenir un peu plus tard à Perpignan. Après avoir vu un grand nombre de conseillers généraux et le préfet, et avoir reçu l'accueil le plus sympathique, j'ai adressé une demande au Conseil général pour le prier de concourir à l'installation que je projetais.

» Le vote du Conseil ne s'est pas fait attendre.

» Dès la première séance, l'un des membres demandait au préfet s'il n'avait pas à faire des propositions relativement à la création d'un observatoire zoologique; sur sa réponse affimative et après la communication de ma Lettre, une Commission était nommée, et ma demande était placée l'une des premières à l'ordre du jour, ce qui prouve avec quel empressement étaient accueillies mes propositions.

» Sur le Rapport fort bien fait de M. le député Escanyé, membre du Conseil général, Rapport empreint d'un grand esprit de libéralité et où règne une ardeur véritable pour le progrès, le Conseil général a voté à l'unanimité une subvention de 20000fr à inscrire au budget de 1882, pour aider à la construction des laboratoires dans une localité qui sera ultérieurement désignée et qui, du reste, est laissée à mon choix.

» Il est utile de citer ici l'un des passages du Rapport de M. le conseiller et député Escanyé, qui, après avoir rappelé l'origine des démarches faites, et le voyage du Ministre en 1879 à Port-Vendres, continue ainsi :

« Cette idée a mûri depuis; les corps savants sont informés du projet et font des vœux pour sa réalisation.

» M. le préfet, s'inspirant de l'intérêt de la Science et de l'intérêt du département, nous demande de voter une allocation qui serait le point de départ et la raison déterminante de la création projetée.

» Le Conseil général aurait ainsi l'initiative des mesures d'exécution, et son intervention imprimerait à cette œuvre une impulsion décisive.

» Votre Commission des Affaires diverses a pesé les considérations qui ont été développées par M. de Lacaze-Duthiers dans l'exposé qu'il vous a soumis, ainsi que par M. le préfet dans l'appréciation qu'il a faite personnellement du projet.

» Votre Commission pense que la réalisation de ce projet, dont l'utilité pour la Science ne saurait être contestée, non seulement ferait honneur au département des Pyrénées-Orientales, mais ajouterait encore à l'importance de nos ports maritimes de Port-Vendres et de Banyuls.

» Elle estime que nous ne pouvons rester indifférents devant la perspective d'aider au développement intellectuel de notre pays sous sa forme et dans ses conditions les plus élevées, et de fournir aux savants français ou étrangers un centre d'études et de travaux qui sera sans doute une occasion et une cause de créations et d'améliorations utiles à notre littoral et à notre département tout entier; que, par conséquent, il convient de répondre à l'appel qui nous est adressé....

» L'emplacement de la station n'est pas encore déterminé d'une manière précise.

» Sans qu'il y ait lieu de se prononcer sur cette question, qui ne peut être immédiatement tranchée et qui échappe d'ailleurs à notre compétence, votre Commission vous propose, conformément à l'avis de M. le Préfet : 1° d'émettre le vœu qu'une station zoologique soit créée sous le patronage de l'Académie des Sciences, sur un emplacement à déterminer ultérieurement, dans la ville de Port-Vendres, ou de Banyuls; 2° de prendre l'engagement de participer à la création projetée pour une somme de 20 000^{fr}, destinée, suivant le cas, soit aux frais de première installation et d'aménagement, soit à la construction d'un bâtiment nouveau. »

» Ces conclusions ont été votées à l'unanimité, dans la séance du jeudi 28 avril.

» Bientôt après, M. Romeu, le président du Conseil, ainsi que M. Rivaud, le préfet, venaient m'informer de ce résultat, heureux qu'ils étaient de l'unanimité qui avait accueilli les conclusions du rapporteur.

« Dites bien à Paris, ajoutait l'honorable président du Conseil général, que, si notre département a été marqué d'une tache noire sur la Carte de France qui représente les degrés du développement de l'instruction des populations, dans les Pyrénées-Orientales, nous faisons tous les efforts et tous les sacrifices possibles pour arriver au progrès, et c'est parce que nous sommes tous profondément convaincus de la nécessité du développement de l'instruction publique que nous avons accueilli avec la plus vive gratitude votre proposition et que nous vous remercions du choix que vous avez porté sur notre département, si éloigné, si peu connu et quelquefois si mal jugé.

» En vous parlant ainsi, je suis l'interprète de tout le Conseil général et du département. »

» L'Académie comprendra qu'après avoir obtenu de tels succès je devais avoir hâte de les lui communiquer, et surtout de venir adresser publiquement des remercîments au Conseil général, au préfet et aux municipalités riveraines qui en ce moment rivalisent de zèle pour concourir à l'accom-

plissement de l'œuvre; j'espère que ces remercîments, portés à notre séance publique, auront le retentissement bien justifié qu'ils doivent avoir.

» Le voyage que je viens de faire sera donc fructueux pour la Zoologie française; grâce à l'appui et au patronage de l'Académie, j'ai senti bientôt que mes espérances se réaliseraient, car je puisais dans les encouragements qui m'étaient donnés une nouvelle force qui, s'ajoutant à celle de la conviction profonde qui m'avait fait poursuivre sans découragement mes démarches pendant deux années, devait me conduire à vaincre tous les obstacles. Je sentais enfin combien était puissante la sanction morale que m'avait donnée l'Académie, qui reste et restera bien longtemps encore le centre d'action du mouvement et des progrès scientifiques, ainsi qu'elle vient d'en donner encore la preuve.

» Et si, bien loin de Paris à l'autre bout de la France, j'ai reçu un accueil que je me plais à faire connaître et que les résultats que j'apporte suffisent à caractériser, il faut aussi en rapporter une grande part à cette vieille réputation qui s'attache au titre de Membre de l'Académie des Sciences, dans ce pays où naquit l'une de nos plus grandes et célèbres illustrations. Les souvenirs, si vivants encore dans toutes les Pyrénées-Orientales, qu'a laissés François Arago et dont j'ai retrouvé la preuve éclatante dans la présence de son buste ou de son portrait dans toutes les salles des mairies où je suis entré, à Banyuls, à Port-Vendres, quoique loin d'Estagel, ont été pour beaucoup, j'en suis assuré, dans l'accueil si empressé et si favorable qu'ont reçu mes demandes et mes projets.

» Je me résume donc :

» 32000fr,

» 750fr de rente,

» Un emplacement,

» Un bateau

» Et le produit d'une souscription.

» Voilà qui est aujourd'hui acquis, et qui assure la fondation de l'observatoire zoologique dans les Pyrénées-Orientales; en attendant mieux sans doute, car il n'est pas possible que l'Administration et l'État laissent ainsi livrés à leurs propres forces un département, des communes et des particuliers qui font de tels sacrifices en vue des progrès de l'instruction publique et de l'enseignement supérieur.

« Nous sommes loin de Paris, du cœur de la France, m'a-t-on répété souvent, notre belle contrée est bien délaissée et bien mal connue. Aussi sommes-nous heureux qu'on appelle

l'attention sur les richesses naturelles de notre pays, et saisissons-nous avec empressement et bonheur toutes les occasions favorables qui se présentent. »

» On ne saurait trop louer de tels sentiments; en aidant l'entreprise nouvelle, l'Académie est allée au-devant des désirs qu'expriment ces paroles, et elle continue la tradition si vivace encore qu'a laissée dans le Roussillon le nom vénéré d'Arago.

» Maintenant est-il besoin de rappeler ce que j'avais l'honneur d'annoncer à l'Académie le 14 février dernier : *La station zoologique des Pyrénées-Orientales est fondée?* Aujourd'hui, je dois ajouter : *elle ouvrira ses portes aux savants français et étrangers dès l'hiver prochain.* »

M. le **Président** se fait l'interprète de la satisfaction de l'Académie; elle porte l'intérêt le plus vif à la création d'un Laboratoire d'études biologiques sur le littoral français de la Méditerranée; elle en attend les meilleurs résultats, soit pour les progrès de l'Histoire naturelle, soit pour l'éducation et les travaux personnels de nos jeunes professeurs. Rien ne remplace l'observation directe des êtres dans leur milieu et dans la marche de leur développement. Il est heureux de penser que l'accueil fait par l'Académie au projet de notre confrère et l'empressement qu'elle a mis à s'y associer ont contribué à lui ménager un accueil sympathique dans le département des Pyrénées-Orientales. Comment, d'ailleurs, douter de cet accueil dans la patrie d'Arago, lorsqu'on s'y présentait au nom de la Science, qu'il a si glorieusement servie, et au nom de l'Académie, qu'il a tant aimée?

MÉDECINE. — *Les dérangements de la progression, de la station et de l'équilibration, survenant dans les expériences sur les canaux semi-circulaires ou dans les maladies de ces canaux, n'en sont pas les effets, mais ceux de l'influence qu'elles exercent sur le cervelet.* Note de M. **Bouillaud.**

« I. A l'occasion de mes précédentes Communications à l'Académie, concernant le rôle que remplit le cervelet, non pas sur tous les mouvements dits *coordonnés* de la locomotion et de la préhension *en général*, comme l'enseignait Flourens, mais bien, selon nous, sur ceux nécessaires à la marche, à la station et à l'équilibration, M. Chevreul, ce grand maître, rappela que, plus tard, le même physiologiste publia des expériences sur les canaux semi-circulaires de l'oreille interne. Or, de ces expériences, il concluait que les lésions de ces canaux et des nerfs qu'ils contiennent dé-

terminaient, à l'instar de celles faites sur le cervelet, des troubles de la marche, de la station et de l'équilibration. M. Chevreul ajoutait que, si Flourens avait pratiqué ses expériences sur les canaux semi-circulaires avant celles qu'il avait pratiquées sur le cervelet, il en aurait dû conclure que ces canaux et leurs nerfs présidaient aux mouvements coordonnés, dont il avait doté le cervelet. Ici donc, se présentait un de ces cas dans lesquels, *pour bien juger*, il convient de recourir à cette méthode qu'il appelle *méthode expérimentale a posteriori*, ce que Flourens n'avait point fait.

» II. Mais, quoi qu'il en soit, il existe entre le cervelet et les canaux semi-circulaires (y compris les nerfs qui les traversent) des différences *anatomiques* ou constituantes si énormes, que l'identité de leur physiologie ne serait rien moins qu'une sorte d'*identité des contraires*.

» Non, je n'ai jamais pu comprendre, je l'avoue, comment un physiologiste, tel que Flourens, n'a pas reculé devant l'idée, vraiment effrayante, d'attribuer des fonctions *semblables* à des parties si *dissemblables*. Cependant, dira-t-on, que répondez-vous aux faits ou phénomènes observés par cet auteur dans ses expériences sur les canaux semi-circulaires? Voici ma réponse :

» 1° Je ne nie point ces phénomènes, mais bien l'interprétation ou l'explication que Flourens en a donnée. Je la nie d'abord, *a priori*, par voie de raisonnement. Il est, en effet, logiquement, rationnellement impossible (inadmissible si l'on aime mieux), que les canaux semi-circulaires, y compris leurs nerfs, lesquels n'ont aucune relation anatomique directe avec les membres inférieurs, agents essentiels de la marche, de la station et de l'équilibration, *coordonnent* les actes mécaniques nécessaires à ces dernières. Or, une *conséquence nécessaire* de cette *prémisse*, c'est que les altérations des canaux semi-circulaires (toujours y compris les nerfs) ne peuvent *causer* des lésions dans des mouvements auxquels, à l'état normal, ces canaux ne prennent aucune part directe.

» 2° Je nie également, *a posteriori*, et par droit de *démonstration expérimentale*, l'explication de Flourens, parce que les observations cliniques, qui sont aussi, à leur manière, des *expériences*, démontrent, en effet, que dans l'immense majorité des cas d'affection ou d'altération de l'oreille interne, dont les canaux semi-circulaires font partie, il n'existe aucune lésion notable de la marche, la station et l'équilibration. Il est vrai que, néanmoins, dans un assez bon nombre de cas, il se rencontre une lésion de cette espèce chez les individus atteints d'une grave maladie de l'oreille interne, et notamment des canaux semi-circulaires. Seulement, dans ces cas eux-mêmes,

ce n'est pas directement, immédiatement et par soi que cette maladie engendre certains désordres de la marche, la station et l'équilibration. En le démontrant, comme je vais m'efforcer de le faire, j'aurai trouvé une troisième et dernière réfutation de l'explication de Flourens.

» 3° Ce n'est donc pas, je le répète, par une influence *directe* sur les membres inférieurs et autres agents auxiliaires de la marche, de la station et de l'équilibration, que les maladies ou altérations des canaux semi-circulaires produisent dans celles-ci des désordres ou dérangements plus ou moins graves, mais bien par une influence exercée sur le cervelet lui-même, avec lequel, comme avec une certaine portion du cerveau, les canaux semi-circulaires et l'oreille interne tout entière entretiennent des liens très étroits de voisinage ou de proximité. Or, si cette influence est bien réelle, comme elle l'est en effet, on ne sera pas étonné que les maladies de cette oreille interne se communiquent, se propagent de proche en proche aux parties du cervelet les plus voisines. Or, puisque cette propagation s'établit ainsi, on ne sera pas étonné non plus qu'elle soit accompagnée de désordres dans la progression, la station, l'équilibration, puisqu'elle a précisément son siége dans le véritable organe ou centre nerveux, sans le concours duquel ces actions mécaniques ne sauraient s'exécuter.

» Ainsi, en définitive, qu'il s'agisse des expériences de Flourens sur les canaux semi-circulaires ou des maladies du cervelet, c'est toujours dans les lésions de celui-ci que gît la cause des désordres de la progression, de la station et de l'équilibration, avec cette différence que, dans le premier cas, les lésions du cervelet sont *primitives* et comme *d'emblée*, tandis que, dans le second, elles sont *consécutives* aux lésions de l'oreille interne.

» III. C'est là certainement une conclusion que Flourens n'avait pas prévue, mais qu'il aurait peut-être trouvée lui-même, s'il eût été aussi familier avec les faits fournis par l'observation clinique qu'avec ceux fournis par les vivisections. On nous demandera sans doute, et avec juste raison, de présenter enfin ces faits cliniques sur lesquels repose aujourd'hui tout entière notre réfutation de la doctrine de Flourens en ce qui concerne l'influence des canaux semi-circulaires sur la progression, la station et l'équilibration. Avant de satisfaire à cette demande, qu'il nous soit néanmoins permis d'oser faire la prédiction suivante à ceux qui voudront se donner la peine, très honorable d'ailleurs, de répéter les vivisections de Flourens (sans porter la moindre atteinte au cervelet, si voisin des canaux semi-circulaire) : *ils n'observeront pas, dans ces derniers cas, des troubles de la pro-*

gression, de la station et de l'équilibration, et ils les observeront, au contraire, dans les cas où cette atteinte aurait lieu.

» IV. Il ne me reste plus maintenant qu'à citer (car il serait trop long de les rapporter) les observations cliniques sur lesquelles se fonde la démonstration directe de la proposition qui est le sujet de cette Note. Elles sont au nombre de huit. Sept ont été publiées par Lallemand, dans ses *Lettres anatomo-pathologiques* sur le cerveau et ses dépendances ; la huitième a été insérée dans l'*Union médicale* (numéro du 25 avril 1865).

» Cette dernière a pour titre *Abcès du cervelet à la suite de l'arrachement d'un polype de l'oreille gauche*. Le sujet de celle-ci était un garçon de dix-neuf ans. A la suite de cette opération, il avait éprouvé une hésitation dans la marche. L'abcès du cervelet occupait le centre de cet organe et contenait 8^{gr} de pus.

» Dans les sept observations rapportées par Lallemand, il n'a malheureusement été fait aucune mention de l'état de la progression, de la station et de l'équilibration. Aussi les citons-nous uniquement pour prouver l'extension ou la propagation des maladies de l'oreille interne, dont font partie les canaux semi-circulaires, au cervelet, et pour prouver ensuite que, dans les cas où se rencontre cette conséquence, c'est par la maladie du cervelet, et non par celle de l'oreille interne, que surviennent alors certains dérangements de la progression, de la station et de l'équilibration.

» D'ailleurs, il est un autre observateur, M. le Dr Bonnafont, très compétent sur la matière en question, qui naguère, dans un travail intéressant, communiqué par lui à cette Académie, a raconté plusieurs cas de sa pratique, où des maladies de l'oreille interne avaient occasionné les dérangements ci-dessus indiqués.

» A ce qui a été dit tout à l'heure des recherches cliniques de Lallemand sur certaines affections du cerveau et du cervelet, *consécutives* à certaines affections de l'oreille interne, nous ajouterons le passage suivant, qui nous fait comprendre comment c'est bien effectivement par voie et en quelque sorte par *loi* de voisinage, qu'a lieu la *conséquence* ou suite dont il s'agit en ce moment.

« Dans l'otite suppurative, la carie *consécutive* de l'apophyse mastoïde
» et de la portion du rocher qui loge les canaux demi-circulaires est plus
» fréquente que celle des autres parties de l'os temporal. Le canal demi-
» circulaire supérieur n'est séparé de la cavité du crâne que par une lame
» très mince de tissu compacte, et c'est dans la portion du cerveau qui

» repose sur ce canal que les abcès cérébraux ont toujours leur siège. Mais » la carie suit quelquefois l'aqueduc du limaçon, et alors c'est le cervelet » (dont il est voisin) qui est affecté. »

» V. Nous terminerons cette Note par la conclusion suivante :

» Les vivisections pratiquées sur le *cervelet* et les affections morbides de ce centre nerveux *causent* constamment des lésions plus ou moins graves de la progression, de la station et de l'équilibration, considérées sous toutes leurs formes, tandis que ces mêmes vivisections et ces mêmes affections morbides n'ont pas pour *effets* ces dernières lésions fonctionnelles, lorsqu'elles portent sur les autres centres *nerveux encéphaliques*.

» Donc, d'une part, il y a un rapport de *causalité*, une *loi de cause à effet*, entre les affections du cervelet et les désordres de la progression qui les accompagnent ou coïncident avec elles; donc aussi, d'autre part, les actes de Mécanique animale connus sous les noms indiqués plus haut, à leur état normal, reconnaissent le cervelet pour celui des centres nerveux encéphaliques, sans le concours duquel ces actes ne pourraient s'exécuter (quel que soit d'ailleurs, en lui-même, le mécanisme de ce concours).

» Cette Note, qui vraisemblablement mettra un terme à ce que nous avons déjà communiqué à l'Académie sur une grave question, n'en mettra point un aux diverses attaques dirigées contre elle. Une telle question doit, sans doute, subir encore l'épreuve laborieuse réservée aux choses nouvelles. On sait, depuis bien longtemps déjà, la puissance de la *loi des contraires*, car ce n'est pas d'hier que le monde a été livré, comme il est écrit, aux disputes humaines, en ce qui concerne *le vrai et le faux*, *le mal et le bien*, et autres *contraires, sans nombre*. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les inégalités à longues périodes dans les mouvements des corps célestes.* (Extrait d'une Lettre de M. GYLDÉN à M. Hermite.)

« On sait, par les travaux prodigieux qu'exigeait la théorie de la Lune, quelles difficultés présente encore la solution du problème des trois corps, même dans le cas où le développement de la fonction perturbatrice s'effectue très aisément. Ce sont, en première ligne, la détermination des variations séculaires et celle des grandes inégalités à longues périodes qui offrent à l'Analyse mathématique l'occasion de manifester son pouvoir de nous faire comprendre les secrets de la nature. Permettez-moi de vous communiquer,

sur le problème dont je vous ai parlé, quelques détails qui se rapportent à la détermination des grandes inégalités à longues périodes.

» Après avoir effectué diverses transformations, je suis parvenu à l'équation suivante,

$$\frac{d^2V}{du^2} + \alpha^2 \sin V \cos V = X, \tag{1}$$

dont l'intégration donne une partie de l'angle compris entre le rayon vecteur et l'axe fixé dans le plan mobile de l'orbite. Dans cette équation, j'ai désigné par u une fonction du temps, choisie de manière que le développement de la fonction perturbatrice devienne aussi aisé que possible. Puis, par α^2 est désigné un coefficient constant dont la valeur numérique peut être considérée comme une quantité de premier ordre; ainsi X signifie une somme des termes périodiques à divers arguments dont les coefficients restent toujours petits. Soient enfin ϑ une inégalité à longue période et λ un coefficient constant; l'expression de V est celle-ci :

$$V = \lambda u + \vartheta.$$

Il me faut ajouter que ϑ doit être considéré comme une fonction purement périodique, au moins si l'on ne tient compte que des deux premières puissances des forces perturbatrices.

» Passons maintenant à l'intégration de l'équation (1). Il est facile de s'apercevoir qu'on ne peut en tirer le résultat demandé qu'au moyen des approximations successives; mais on peut disposer les opérations nécessaires pour y arriver de façon à rendre la convergence des diverses approximations très rapide. En effet, on peut déjà, dans la première approximation, obtenir un résultat dont l'erreur est du troisième ordre, c'est-à-dire de l'ordre $\alpha^2 X^2$.

» En déterminant une fonction V_0 au moyen de l'équation

$$\frac{d^2V_0}{du^2} + \alpha^2 \sin V_0 \cos V_0 = 0, \tag{2}$$

on a immédiatement

$$V_0 = \mathrm{am}(\gamma u + \varepsilon_1) \quad \left(\mathrm{mod}\, k = \frac{\alpha}{\gamma}\right),$$

où l'on désigne par γ et ε_1 deux constantes d'intégration; si l'on représente la différence $V - V_0$ par V_1, on aura

$$\frac{d^2V_1}{du^2} + \alpha^2 \sin V_1 \cos(2V_0 + V_1) = X.$$

En négligeant maintenant les termes de l'ordre $\alpha^2 V_1^2$, l'équation précédente prend la forme plus simple

$$(3) \qquad \frac{d^2 V_1}{du^2} - \alpha^2(2 \sin V_0^2 - 1) V_1 = X.$$

» Avant d'introduire dans cette équation la valeur précédente de V_0, je vais distinguer les formes différentes que prend cette valeur, selon que le rapport $\frac{\alpha}{\gamma}$ est ou plus petit ou plus grand que l'unité. En supposant premièrement $\frac{\alpha}{\gamma} < 1$, la valeur donnée ci-dessus reste inaltérée; or, en posant $\gamma u + \varepsilon_1 = \xi$, nous avons

$$V_0 = \operatorname{am} \xi \quad \left(\operatorname{mod} k = \frac{\alpha}{\gamma}\right).$$

Dans le second cas, je suppose $\frac{\alpha}{\gamma} > 1$ et j'obtiens, au moyen d'une formule connue de la théorie des fonctions elliptiques,

$$V_0 = \arcsin(k \operatorname{sn} \eta) \quad \left(\operatorname{mod} k = \frac{\gamma}{\alpha}\right),$$

où l'on a désigné par η l'argument $\alpha u + \varepsilon_2$, ε_2 étant une nouvelle constante dont la dépendance au moyen de ε_1 est facile à reconnaître.

» Je vais considérer encore un troisième cas, à savoir la forme par laquelle on peut représenter convenablement V_0 si α est à peu près égal à γ. Pour l'obtenir, je pose, ε_3 étant une troisième constante,

$$\zeta = i\gamma u + K + iK' + \varepsilon_3,$$
$$k^2 = \frac{\gamma^2 - \alpha^2}{\gamma^2},$$

d'où résulte

$$V_0 = \arcsin \frac{\operatorname{dn} \zeta}{k}.$$

» Maintenant, si l'on introduit successivement dans l'équation (3) les diverses valeurs de V_0, on trouve les trois équations suivantes :

$$(4) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2 V_1}{d\xi^2} - (2k^2 \operatorname{sn} \xi^2 - k^2 \qquad) V_1 = \dfrac{1}{\gamma^2} X, \\ \dfrac{d^2 V_1}{d\eta^2} - (2k^2 \operatorname{sn} \eta^2 - 1 \qquad) V_1 = \dfrac{1}{\gamma^2} X, \\ \dfrac{d^2 V_1}{d\zeta^2} - (2k^2 \operatorname{sn} \zeta^2 - 1 - k^2) V_1 = \dfrac{1}{\gamma^2} X. \end{cases}$$

» Vous voyez qu'ainsi la détermination de V_1 est ramenée à la solution de la célèbre équation de Lamé dont la théorie complète est attachée à votre nom. Mais, chose curieuse, on ne peut pas éviter de fixer l'attention sur la correspondance singulière entre la possibilité d'obtenir les solutions de l'équation de Lamé au moyen des fonctions doublement périodiques de la première espèce et la manière de l'esprit humain de former les idées sur les mouvements célestes.

» En supposant les quantités à droite, dans les équations (4), égales à zéro, on a les résultats suivants :

$$V_1 = C\,\mathrm{dn}\,\xi + C'\,\mathrm{dn}\,\xi\left[\frac{\Theta_1'(\xi)}{\Theta_1(\xi)} - \frac{J-K}{K}\xi\right],$$

$$V_1 = C\,\mathrm{cn}\,\eta + C'\,\mathrm{cn}\,\eta\left[\frac{H_1'(\eta)}{H_1(\eta)} - \frac{J-k^2K}{K}\eta\right],$$

$$V_1 = C\,\mathrm{sn}\,\zeta + C'\,\mathrm{sn}\,\zeta\left[\frac{H'(\zeta)}{H(\zeta)} - \frac{J}{K}\zeta\right].$$

En partant de ces relations, je suis parvenu aux expressions ci-après, donnant les intégrales complètes des équations (4),

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} V_1 &= \mathrm{dn}\,\xi\left\{C + \frac{1}{\gamma^2k^2}\int X\,\mathrm{dn}\,\xi\left[\frac{\Theta_1'(\xi)}{\Theta_1(\xi)} - \frac{J-K}{K}\xi\right]d\xi\right\} \\ &\quad - \mathrm{dn}\,\xi\left[\frac{\Theta_1'(\xi)}{\Theta_1(\xi)} - \frac{J-K}{K}\xi\right]\left(C' + \frac{1}{\gamma^2k^2}\int X\,\mathrm{dn}\,\xi\,d\xi\right), \end{aligned}\right.$$

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} V_1 &= \mathrm{cn}\,\eta\left\{C + \frac{1}{\alpha^2k^2}\int X\,\mathrm{cn}\,\eta\left[\frac{H_1'(\eta)}{H_1(\eta)} - \frac{J-k^2K}{K}\eta\right]d\eta\right\} \\ &\quad + \mathrm{cn}\,\eta\left[\frac{H_1'(\eta)}{H_1(\eta)} - \frac{J-k^2K}{K}\eta\right]\left(C' - \frac{1}{\alpha^2k^2}\int X\,\mathrm{cn}\,\eta\,d\eta\right), \end{aligned}\right.$$

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} V_1 &= \mathrm{sn}\,\zeta\left\{C + \frac{1}{\gamma^2}\int X\,\mathrm{sn}\,\zeta\left[\frac{H'(\zeta)}{H(\zeta)} - \frac{J}{K}\zeta\right]d\zeta\right\} \\ &\quad + \mathrm{sn}\,\zeta\left[\frac{H'(\zeta)}{H(\zeta)} - \frac{J}{K}\zeta\right]\left(C' - \frac{1}{\gamma^2}\int X\,\mathrm{sn}\,\zeta\,d\zeta\right). \end{aligned}\right.$$

» Au moyen d'intégrations par parties, on peut faire disparaître les termes contenant ξ, η ou ζ, hors des sinus et cosinus, sous les signes $\int$; au lieu de l'équation (5) nous aurons, par exemple,

$$V_1 = C\,\mathrm{dn}\,\xi - C'\,\mathrm{dn}\,\xi\left[\frac{\Theta_1'(\xi)}{\Theta_1(\xi)} - \frac{J-K}{K}\xi\right] - \frac{\mathrm{dn}\,\xi}{\gamma^2k'^2}\int\frac{k'^2\,d\xi}{\mathrm{dn}\,\xi^2}\int X\,\mathrm{dn}\,\xi\,d\xi;$$

mais cette transformation ne serait pas avantageuse pour les autres équations, puisque les nouvelles formules renfermeraient $\mathrm{cn}\,\eta$ ou $\mathrm{sn}\,\zeta$ dans les dénominateurs. La détermination des grandes inégalités, ainsi que celle de

leur influence sur les autres termes, est donc ramenée au développement des formules (5), (6) et (7).

» Qu'il me soit permis d'ajouter quelques mots concernant la portée des résultats obtenus ci-dessus. On ne peut pas douter qu'il sera possible d'obtenir, dans la détermination des inégalités de Jupiter et de Saturne, ainsi que de celles de plusieurs petites planètes, un plus haut degré d'approximation au moyen de la formule (5) qu'on n'ait atteint par les calculs d'après les méthodes utilisées jusqu'ici. De même, il paraît bien évident que la formule (7) rendra de grands services dans la théorie des mouvements dans le système des satellites de Jupiter. Mais la formule (6), ce me semble, deviendra d'une grande importance plus souvent qu'on n'avait occasion de le soupçonner auparavant. On se convaincra facilement qu'il y a, dans le mouvement de plusieurs corps célestes, des inégalités dont les périodes sont excessivement longues, correspondant aux valeurs très minimes de la constante γ. En conséquence, les mouvements moyens n'étant pas connus exactement, on ne peut pas juger d'avance, un cas particulier étant proposé, si l'on doit faire usage de l'équation (5) ou de l'équation (7). Mais, quoi qu'il en soit, le développement suivant les puissances des forces perturbatrices, en partant d'un système d'éléments elliptiques képlériens, devient très peu convergent ou même divergent. On peut, il est vrai, pendant des intervalles de temps plus ou moins longs, représenter les observations astronomiques au moyen d'éléments osculateurs, les exponentielles que renferme la formule (6) étant développées suivant les puissances de temps et donnant lieu à une valeur un peu modifiée du mouvement moyen. Mais alors la détermination des masses troublantes, ainsi que celle des distances moyennes, devient illusoire.

» Dans la correspondance entre Gauss et Bessel, récemment publiée, par les soins de l'Académie de Berlin, on trouve le passage suivant, adressé par Gauss à son illustre confrère : « Die mittleren Bewegungen von Jupiter » und Pallas stehen in dem rationalen Verhältniss von 7:18, was sich » durch die Einwirkung von Jupiter immer genau wieder herstellt, wie » die Rotationszeit unseres Mondes. » La théorie de Pallas doit être traitée en faisant usage de la formule (6) ou de la formule (7). Un fait analogue paraît avoir lieu dans le mouvement de la comète d'Encke, le rapport des mouvements moyens de Jupiter et de la comète étant à peu près égal à $\frac{5}{18}$. Pour la comète périodique découverte par M. Faye, ce rapport est à peu près égal à $\frac{5}{8}$; pour la planète Thémis, à peu près égal à $\frac{7}{15}$. Il est donc nécessaire d'examiner avec soin les théories de ces corps avant qu'on

soit autorisé à faire des conclusions définitives, de leurs mouvements observés, sur la masse de Jupiter. Mais, avant de pouvoir attribuer les singularités dans le mouvement de la comète d'Encke, lesquelles ne sont pas encore expliquées par la pesanteur universelle, à l'influence d'un milieu résistant, il me semble que la question doit être encore regardée comme pafaitement posée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1881.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Valz : MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Mouchez et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Liouville.

Prix L. Lacaze (*Physique*) : MM. du Moncel, Breguet et Boussingault réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints à la Section de Physique pour constituer la Commission. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Sainte-Claire Deville et Tresca.

Prix Montyon (*Statistique*) : MM. de la Gournerie, Boussingault, Cosson, H. Mangon et Bouley réunissent la majorité absolue des suffages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Lalanne et Favé.

Prix Lacaze (*Chimie*) : MM. Dumas, Pasteur et Sainte-Claire Deville réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints à la Section de Chimie pour constituer la Commission. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Berthelot et Boussingault.

Grand prix des Sciences physiques (Étude géologique approfondie d'une région de la France) : MM. Hébert, Daubrée, Des Cloizeaux, Damour et H. Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Sainte-Claire Deville et A. Milne Edwards.

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Sur la série stratigraphique des roches qui constituent le sol de la haute Auvergne*. Note de M. F. Fouqué.

« Après avoir présenté à l'Académie la Carte géologique de la haute Auvergne et la légende stratigraphique de cette contrée, je crois devoir résumer dans les termes suivants les principaux résultats de mes observations.

» La série des dépôts volcaniques de la haute Auvergne a été établie dans ses principaux traits par les travaux d'Élie de Beaumont, de Poulett-Scrope, de Lecoq et Bouillet, de Baudin, et surtout de M. Tournaire et de M. Rames. Les données plus complètes que j'ai acquises résultent de cinq années consécutives d'observations dont j'ai été chargé par le Service de la Carte géologique détaillée de la France.

» Les massifs volcaniques de la haute Auvergne reposent sur un soubassement de roches cristallines anciennes (gneiss, granite, granulite, microgranulite) présentant un faible plongement vers le nord-ouest.

» Dans les dépressions de ces terrains cristallins, des bassins houillers limités se sont formés; puis, à une époque beaucoup plus récente, des lacs tertiaires ont déposé des conglomérats, des grès et des argiles éocènes, puis des marnes et des calcaires miocènes, dont la partie supérieure correspond à la fin du dépôt du calcaire de Beauce. Tous ces dépôts tertiaires se sont formés pendant une longue période de repos.

» La période éruptive qui leur succède a été précédée de dislocations qui se traduisent surtout par de nombreuses failles.

» 1° Le basalte miocène, en coulées peu développées, commence la série des produits volcaniques; il paraît surmonté par le dépôt miocène supérieur, contenant la faune du puy Courny, près Aurillac.

» 2° Les grandes éruptions de l'Auvergne (mont Dore, Cantal et Cézalier) débutent par de puissantes projections trachytiques et andésitiques alternant avec des amas de roches massives de même nature. Toutes ces premières roches sont éminemment acides; la sanidine y est abondante, et la tridymite, à l'état d'élément secondaire, en imprègne toute la masse.

» 3° Viennent ensuite des brèches et des coulées d'andésites plus basiques, souvent augitiques.

» 4° On observe sur le précédent étage des coulées épaisses et compactes de labradorites augitiques et de basalte porphyroïde.

» 5° De puissantes explosions se produisent ensuite, des cendres andésitiques couvrent la contrée, ensevelissent la végétation et forment par places, sous l'action des eaux, des dépôts dans lesquels on trouve de nombreuses empreintes végétales, que M. de Saporta rapporte au pliocène inférieur.

» 6° L'assise suivante est formée par une brèche andésitique très puissante, que surmontent des coulées de même nature, mais souvent plus acides et passant au trachyte, surtout dans la région du mont Dore.

» 7° Les crêtes principales du centre du Cantal sont couronnées par des bancs compactes d'andésite à hornblende, qui, au mont Dore, sont superposés au trachyte à grands cristaux de sanidine.

» 8° Les phonolithes ont fait ensuite leur apparition sous forme de filons et de masses.

» 9° Puis les plateaux de l'Auvergne ont été recouverts par de vastes coulées de basalte, dont on retrouve les débris dans le pliocène supérieur (faune inférieure de Perrier).

» 10° Le creusement des vallées, déjà ébauché, s'est accentué; de nouvelles coulées de basalte se sont épanchées dans les vallées incomplètement approfondies et apparaissent aujourd'hui sur leurs flancs.

» 11° Enfin des épanchements de basalte se sont produits dans le fond même des vallées actuelles, et c'est à la même époque qu'il faut rapporter la formation des puys de la basse Auvergne.

» En résumé, si l'on fait abstraction des coulées peu importantes de basalte miocène, on voit que la série des roches volcaniques de la haute Auvergne comprend deux grandes périodes distinctes, commençant l'une et l'autre par de puissantes projections et des éruptions de roches trachytiques et andésitiques acides, pour se terminer par des éruptions très basiques, basalte porphyroïde et basalte des plateaux. »

MINÉRALOGIE. — *Examen de quelques produits artificiels de James Hall.* Note de MM. **F. Fouqué** et **Michel Lévy**.

« M. Daubrée a bien voulu nous confier l'examen de quelques produits artificiels obtenus par l'illustre James Hall, à la fin du siècle dernier, et qui sont en sa possession.

» Parmi ces produits, il en est un dont on connaît la matière première et dont le mode de formation a été décrit en détail par James Hall dans

l'un de ses Mémoires. C'est une roche artificielle obtenue par fusion et refroidissement très lent d'une roche éruptive basique des environs d'Édimbourg, connue jadis des géologues écossais sous le nom de *whinstone*.

» James Hall n'avait pas hésité à admettre la cristallinité de la matière employée pour l'expérience, ainsi que celle du produit résultant de l'opération. De plus, il avait pensé que les cristaux étaient de nature identique dans les deux produits. L'imperfection des moyens d'étude alors connus rendit à cette époque tout contrôle impossible, et les résultats annoncés par Hall furent considérés comme incertains.

» L'application des méthodes pétrographiques nouvelles à l'examen du whinstone naturel et à celui du produit artificiel résultant de son recuit justifie aujourd'hui pleinement les assertions de Hall. Ce savant a réellement fondu une roche cristalline et l'a régénérée ensuite avec sa composition minéralogique initiale.

» La roche naturelle qui a servi à l'expérience se compose de grands cristaux de péridot, de quelques rares grands cristaux de labrador avec de nombreux microlithes de labrador et de fer oxydulé. Il y existe en outre quelques microlithes très petits d'augite.

» Le produit artificiel présente des cristaux de péridot et d'innombrables microlithes de labrador et de fer oxydulé. Tous ces cristaux se sont évidemment formés dans un magma fondu et tranquille. Les formes naissantes et incomplètes qu'ils affectent souvent les distinguent des cristaux primitifs de la roche, qui sont d'ailleurs de plus grandes dimensions et ont pris naissance dans un liquide en mouvement.

» Le péridot, notamment, ne constitue pas en général des cristaux pleins, mais de simples squelettes cristallitiques envahis par les microlithes de labrador. Cette particularité tient à ce que, dans l'expérience de Hall, la température élevée à laquelle s'opère la cristallisation du péridot n'a pas été maintenue pendant un temps suffisamment long, et, par suite, ce minéral n'a pris que des formes imparfaites.

» En somme, James Hall est bien le premier qui ait obtenu la reproduction artificielle d'une roche éruptive cristalline. Il ne lui a manqué, pour interpréter avec sécurité ses expériences, que la connaissance des méthodes pétrographiques mises en œuvre de nos jours. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide salicylique et ses applications.* Note de M. SCHLUMBERGER.

(Commissaires : MM. Boussingault, Fremy, Pasteur.)

« La principale qualité de l'acide salicylique, celle qui est la base de toutes ses applications, c'est d'être un antiseptique d'une grande puissance. Employé à des doses infiniment petites, il empêche l'action des ferments azotés, avec lesquels il forme des combinaisons stables. Les sels formés par l'acide salicylique ne jouissent pas de la même propriété : le salicylate de soude, par exemple, n'est pas considéré comme antiseptique.

» Depuis que Kolbe a fait de l'acide salicylique un produit commercial, de nombreuses applications en ont été faites.

» En Hygiène, il est employé comme agent de désinfection et d'assainissement. Il suffit de laver le sol et les murs des écuries, des étables, des bergeries, etc., avec de l'eau salicylée à 2^{gr} par litre pour tuer instantanément tous les germes morbides qui y sont fixés et faire disparaître à la fois l'odeur et le danger de contagion.

» Depuis quelque temps, les Compagnies de chemins de fer l'emploient pour la désinfection, par voie de simple lavage, des wagons ayant servi au transport des bestiaux. Ce procédé a l'avantage de ne laisser aucune odeur et de ne présenter aucun danger d'intoxication.

» A l'étranger, on est plus avancé qu'en France dans la voie des applications vétérinaires : ainsi, l'acide salicylique est employé comme moyen curatif contre certaines affections des animaux, telles que le couvain des abeilles, la diphtérie des poules, le mal de rate, la maladie aphteuse.

» L'acide salicylique n'est pas seulement employé comme moyen curatif contre certaines affections déclarées, mais encore on en a fait un emploi comme moyen prophylactique contre l'invasion des maladies contagieuses. M. Otto Ludloff, grand éleveur des environs de Gotha, rapporte que, depuis plus de quatre ans, il n'a pas cessé chaque jour d'en faire absorber à tous les animaux de ses exploitations agricoles, et, grâce à cette mesure préventive, il a pu se préserver d'une façon complète de toute invasion contagieuse, alors que, tout autour de lui, ses voisins étaient éprouvés par les épidémies. La dépense en acide salicylique, quoique assez forte, a été bien moindre que celle

qu'aurait occasionnée le paiement de primes d'assurance contre la mortalité des animaux.

» Si grands que puissent être les services rendus à la conservation du bétail par l'acide salicylique, leur importance est dépassée par ceux rendus à l'alimentation publique.

» C'est, en effet, chaque année, par centaines de millions de francs que l'on peut compter la valeur des denrées et des boissons préservées contre l'action des ferments au moyen de doses très faibles d'acide salicylique.

» Il faut évidemment, pour assurer la conservation d'un liquide, proportionner la dose d'antiseptique à celle du ferment à détruire; mais cette dose est toujours infiniment petite, car elle ne dépasse guère $\frac{1}{10000}$, soit $0^{gr},1$ par litre de liquide, vin, bière ou cidre.

» Les jus de fruits, les sirops, les conserves sont préservés de toute fermentation par l'addition de moins de 1 pour 1000 (1^{gr} par kilogramme) d'acide salicylique.

» Pendant les fortes chaleurs de l'été, les viandes, les volailles, les poissons peuvent, par cet agent, être conservés frais plusieurs jours.

» L'acide salicylique paraît agir sur les ferments lactiques et acétiques de préférence aux ferments alcooliques, ce qui a permis de l'employer avec avantage pour la conservation des boissons alcooliques, qu'il préserve contre les fermentations secondaires.

» L'observation de ces faits a permis de régler d'une façon judicieuse le mode d'emploi de l'acide salicylique pour la conservation des bières. On y introduit l'acide salicylique en deux fois. La première dose est assez faible pour n'agir que sur les ferments lactiques, et elle ne s'oppose pas à l'action de la levûre qui transforme la matière saccharine en alcool. Puis, la fermentation alcoolique opérée, on ajoute une deuxième dose d'acide salicylique, pour empêcher la fermentation alcoolique de dégénérer en fermentation acétique. Les deux doses réunies ne représentent pas plus de $\frac{1}{20000}$, soit $0^{gr},05$ environ par litre. Un excès d'antiseptique empêcherait la bière d'être mousseuse et la rendrait plate, sans bouquet.

» Les bières fortes n'ont pas besoin d'acide salicylique, et l'on peut également, en les conservant à basse température avec de la glace, les préserver de la décomposition. Mais ces frais ne sont possibles que pour les bières de luxe, tandis que les populations du Nord et de l'Est ne consomment que des bières à bon marché. Avant que l'acide salicylique en eût assuré la conservation, ces petites bières tournaient souvent dès que les fûts étaient en vidange.

» Quand le vin provient de ceps vigoureux plantés sur un bon sol, que l'année a été chaude et que le raisin a été cueilli mûr, le vin riche en alcool et en tannin peut se conserver longtemps en bon état.

» Quand l'année est froide, pluvieuse, quand le Soleil n'a pas agi suffisamment, les vins sont plus légers, moins riches en tannin, en matières sucrées et en alcool et en même temps plus chargés de ferments et moins aptes à se défendre. L'addition de l'acide salicylique à la dose de $\frac{1}{10000}$ en moyenne ($0^{gr},1$ par litre) après la fermentation alcoolique suffit pour le protéger contre les diverses causes d'altération.

» Depuis que le Phylloxera a détruit une grande partie des vignobles de la France, les petits vins légers qui n'ont qu'un faible degré alcoolique constituent une partie très importante de la production vinicole de notre pays; aussi l'emploi de l'acide salicylique s'est-il promptement répandu. On n'estime pas à moins de 5 millions d'hectolitres la quantité de vin salicylé en France au cours de l'année 1880.

» Depuis peu, quelques membres du corps médical ont exprimé la crainte qu'à la longue l'usage quotidien d'aliments salicylés ne fût capable d'exercer sur l'économie une action nuisible. Depuis six ans, dans tous les pays, on fait usage d'aliments salicylés : il n'a pas été cité un seul cas d'accident, si léger qu'il fût, qui puisse leur être attribuée.

» D'autres personnes se sont demandé si l'usage de l'acide salicylique ne pourrait pas dégénérer en abus, par suite d'emploi de doses excessives tout à fait inutiles et pouvant à la rigueur devenir nuisibles. On a pensé que l'acide salicylique n'exerçait sur ces ferments qu'une action temporaire, une sorte d'anesthésie, ce qui est contraire à la réalité des faits, telle qu'elle résulte de l'étude chimique et de l'observation microscopique.

» L'avis de l'Académie, exprimé en dehors de toutes les considérations relatives aux intérêts engagés, ferait faire à la question un pas décisif et hâterait assurément la solution des difficultés qui se sont produites depuis peu à l'occasion de l'emploi de l'acide salicylique pour la conservation des aliments. »

M. Chabassu adresse, pour le Concours du prix Bréant, deux Brochures imprimées et un Mémoire manuscrit.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. Vial adresse un travail intitulé « Mémoire sur le monde réel ».

(Commissaires : MM. Faye, Desains.)

M. E. Marchand adresse un Mémoire intitulé « Dosage volumétrique de la potasse ».

(Renvoi à l'examen de M. Bussy.)

M. A. Guilloud, M. Ch. Qautard adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Affaires étrangères transmet une Lettre dans laquelle l'ambassadeur d'Angleterre exprime, au nom de son gouvernement, le désir de savoir avec quelles autorités françaises la Société royale de Londres pourrait entrer en relations pour arriver à un échange de vues relativement à l'observation du prochain passage de Vénus.

Cette Communication est renvoyée à l'examen de la Commission du passage de Vénus.

Mme Delesse informe l'Académie que, conformément au désir exprimé par M. Delesse, elle offre à la Bibliothèque de l'Institut les Livres de travail et d'étude de notre regretté confrère.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète f 1880 (Pechüle), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Tisserand.

« On s'est attaché à suivre cette comète aussi longtemps que possible, à cause de l'analogie de ses éléments avec ceux de la grande comète de 1807, calculée à plusieurs reprises par Bessel.

» Les dernières observations donnent pour l'éphéméride déduite de mes éléments (p. 172 du présent Volume) les corrections suivantes :

En ascension droite.... $(O-C)\cos\mathbb{D} = +2^s,0$
En déclinaison........ $O-C = -20''$

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. ✶—⋆.	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ✶—⋆.	Déclinaison. Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Janv. 2..	*a*	9,5	+ 0. 2,28	+ $\bar{1}$,614	+ 1.57,0	+ 0,768
10..	*b*	9	+ 0.13,97	+ $\bar{1}$,613	— 5.55,9	+ 0,732
19..	*c*	8	— 1. 7,64	+ $\bar{1}$,646	— 4. 6,1	+ 0,775
20..	*d*	7	— 4.55,47	+ $\bar{1}$,644	— 3. 3,9	+ 0,752
21..	*e*	9	— 0.41,79	+ $\bar{1}$,647	+ 1.24,6	+ 0,754
22..	*f*	7	— 2.24,52	+ $\bar{1}$,643	+ 2.32,2	+ 0,734
24..	*g*	8,5	— 1.26,49	+ $\bar{1}$,652	— 2. 0,3	+ 0,761
30..	*h*	8,5	+ 2.42,84	+ $\bar{1}$,652	+ 0. 0,9	+ 0,719
Févr. 1..	*i*	8	+ 2.45,34	+ $\bar{1}$,659	+ 0. 5,6	+ 0,735
3..	*j*	9	+ 3.16,67	+ $\bar{1}$,664	— 6.18,0	+ 0,761
16..	*k*	11,5	+ 0. 4,93	+ $\bar{1}$,677	— 0.51,7	+ 0,746
17..	*l*	8,5	+ 0.10,96	+ $\bar{1}$,677	+ 3. 3,2	+ 0,750
19..	*m*	6,5	+ 0.45,30	+ $\bar{1}$,678	— 0.58,6	+ 0,771
23..	*n*	8	+ 2. 4,24	+ $\bar{1}$,674	— 3.36,5	+ 0,777
Mars 1..	*o*	9	+ 3. 1,22	+ $\bar{1}$,680	+ 0.21,8	+ 0,784
2..	*p*	10	+ 0. 9,83	+ $\bar{1}$,690	— 4.29,7	+ 0,759
17..	*q*	9	+ 0.23,25	+ $\bar{1}$,675	+ 0.47,6	+ 0,807
21..	*r*	8,5	+ 0. 8,37	+ $\bar{1}$,660	+ 3.48,1	+ 0,833
25..	*s*	9,5	— 0.16,47	+ $\bar{1}$,661	— 6. 5,5	+ 0,831
30..	*t*	8,5	»	»	— 3.38,2	+ 0,843
31..	*u*	9,5	+ 0.13,22	+ $\bar{1}$,635	— 0.38,0	+ 0,855

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne. 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne. 1881,0.	Réduct. au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Janv. 2..	*a* 4478 Arg.-Zone + 20°	20. 7.54,5	—0,39	+20.14. 0	+5,4
10..	*b* 4456 » + 23°	20.43. 1,5	—0,34	+23.59. 2	+6,2
19..	*c* 41761-2 Lalande	21.22.16,66	—0,26	+27.21.27,8	+7,0
20..	*d* 699 Weisse H. XXI..	21.30. 1,93	—0,24	+27.40.11,0	+7,3
21..	*e* 4106 Arg.-Zone + 27°	21.29.48,3	—0,25	+27.55. 4	+7,0
22..	*f* 851 Weisse H. XXI..	21.35.26,31	—0,23	+28.12.53,7	+7,2
24..	*g* 4194 Arg.-Zone + 28°	21.42.25,1	—0,22	+28.54,7	+7,3
30..	*h* 1515 Weisse H. XXI .	22. 0.54,04	—0,19	+30.32.16,8	+7,4
Févr. 1..	*i* 168 Weisse H. XXII.	22. 8.12,18	—0,17	+31. 3. 2,9	+7,4
3..	*j* 310 » .	22.14.55,83	—0,17	+31.38.40,1	+7,4
16..	*k* Anonyme	23. 1.37	—0,04	+34.13	+7,6
17..	*l* 42 Weisse H. XXIII .	23. 4.39,96	—0,02	+34.20. 6,0	+7,6
19..	*m* 181 » .	23.10.18,14	—0,01	+34.45.12,5	+7,5
23..	*n* 407 » .	23.21. 0,59	+0,02	+35.26.55,3	+7,4
Mars 1..	*o* 793 » .	23.37.17,15	+0,06	+36.16.37,5	+7,1

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne. 1881,0	Réduct. au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Mars 2..	*p* Anonyme	23.42.53,4	+0,07	+37.31.3	+7,3
17..	*q* 512 Weisse H. O.....	0.21.39,25	+0,21	+38.17.50,3	+6,3
21..	*r* 776 »	0.31.30,60	+0,24	+38.41.38,6	+6,0
25..	*s* 179 Arg.-Zone + 39°.	0.41.11,7	+0,28	+38.58.26	+5,8
30..	*t* 1642 Lalande.......	0.52. 5,03	+0,32	+39.45.33,5	+5,3
31..	*u* 229 Arg.-Zone + 39°.	0.53.47,2	+0,35	+39.48,5	+5,2

Positions apparentes de la comète, corrigées de la parallaxe.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Janv. 2..	6.31.11	20. 7.56,6	+20.16. 6	5 : 5	Arg., zones.
10..	6.11.26	20.43.15,4	23.53.25	5 : 5	Id.
19..	7.25.10	21.21. 8,99	27.17.31,8	30 : 30	4 obs. mér. Paris.
20..	7. 2.24	21.25. 6,45	27.37.17,3	21 : 28	Weisse.
21..	7. 3.45	21.29. 6,5	27.56.55	30 : 20	Arg., zones.
22..	6.46.48	21.33. 1,78	28.15.35,9	21 : 28	Weisse.
24..	7.17. 7	21.40.58,6	28.52.52	22 : 15	Arg., zones.
30..	6.42.24	22. 3.36,90	30.32.27,6	17 : 24	Weisse.
Févr. 1..	6.58.13	22.10.57,56	31. 3.18,4	21 : 28	Id.
3..	7.24.47	22.18.12,54	31.32.32,2	21 : 28	Id.
16..	7.17. 7	23. 1.42	34.12	5 : 10	»
17..	7.19. 3	23. 4.51,10	34.23.19,1	12 : 9	Weisse.
19..	7.37.24	23.11. 3,62	34.44.23,8	26 : 20	Id.
23..	7.42.40	23.23. 5,04	35.23.28,5	26 : 30	Id.
Mars 1..	7.46.23	23.40.19,01	36.17. 8,7	26 : 18	Id.
2..	7.28.46	23.43. 3,5	37.26.58	8 : 10	»
17..	7.55.25	0.22. 2,87	38.18.46,4	16 : 15	Weisse.
21..	8.15.18	0.31.39,36	38.45.34,9	30 : 20	Id.
25..	8. 7.38	0.40.55,5	39.11.29	12 : 5	Arg., zones.
30..	8.14.18	»	39.42. 2,8	0 : 5	Lalande.
31..	8.27.11	0.54.20,9	39.47.59	10 : 5	Arg., zones.

» *Remarques.* — Les différences ☄ — ☆ sont corrigées de la réfraction.

» Dans les observations de janvier 10, 13, février 16, 17, mars 2, 17, la comète était très faible, par suite de la présence de la Lune ou à cause du brouillard.

» Le 30 et le 31 mars, la comète était d'une extrême faiblesse, quoique le ciel parût très pur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des formes trilinéaires.* Note de M. C. LE PAIGE.

« Soit

$$f = a_{111}x_1y_1z_1 + a_{112}x_1y_1z_2 + a_{121}x_1y_2z_1 + a_{211}x_2y_1z_1 + a_{122}x_1y_2z_2$$
$$+ a_{212}x_2y_1z_2 + a_{221}x_2y_2z_1 + a_{222}x_2y_2z_2$$

une forme trilinéaire.

» Dans l'étude de cette forme, on rencontre les trois covariants suivants, du second ordre et du second degré :

$$\begin{aligned}
\Sigma_1 = {} & (a_{111}a_{122} - a_{112}a_{121})x_1^2 \\
& + (a_{111}a_{222} + a_{211}a_{122} - a_{121}a_{212} - a_{221}a_{112})x_1x_2 \\
& + (a_{211}a_{222} - a_{212}a_{221})x_2^2, \\
\Sigma_2 = {} & (a_{111}a_{212} - a_{112}a_{211})y_1^2 \\
& + (a_{111}a_{222} + a_{121}a_{212} - a_{112}a_{221} - a_{122}a_{211})y_1y_2 \\
& + (a_{121}a_{222} - a_{221}a_{122})y_2^2, \\
\Sigma_3 = {} & (a_{111}a_{221} - a_{121}a_{211})z_1^2 \\
& + (a_{111}a_{222} + a_{112}a_{221} - a_{211}a_{122} - a_{121}a_{212})z_1z_2 \\
& + (a_{112}a_{222} - a_{212}a_{122})z_2^2.
\end{aligned}$$

» Nous représenterons par u_1, u_2, v_1, v_2, w_1, w_2 les facteurs linéaires de ces trois covariants.

» Nous avons fait voir que, si l'on substitue dans $f = 0$, aux rapports $\frac{y_1}{y_2}$, $\frac{z_1}{z_2}$, les valeurs tirées des équations $v_1 = 0$, $w_1 = 0$ ou $v_2 = 0$, $w_2 = 0$, le rapport $\frac{x_1}{x_2}$ est indéterminé. La même chose a lieu, à l'égard de $\frac{y_1}{y_2}$, $\frac{z_1}{z_2}$, pour des combinaisons convenables.

» Ces formes linéaires u_1, u_2, v_1, v_2, ... jouissent d'une autre propriété assez remarquable.

» On trouve

$$f = ku_1v_1w_1 + k'u_2v_2w_2.$$

C'est, comme on s'en aperçoit sans peine, la généralisation d'une propriété connue des formes binaires cubiques.

» En effet, si l'on suppose

$$a_{111} = a_0, \quad a_{112} = a_{121} = a_{211} = a_1, \quad a_{122} = a_{212} = a_{221} = a_2, \quad a_{222} = a_3,$$

puis que l'on pose

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{y_1}{y_2} = \frac{z_1}{z_2},$$

la forme f devient

$$\varphi = a_0 x_1^3 + 3a_1 x_1^2 x_2 + 3a_2 x_1 x_2^2 + a_3 x_2^3.$$

Les trois covariants Σ_1, Σ_2, Σ_3 deviennent identiques entre eux et ne sont autre chose que le hessien de φ.

» Alors $u_1 = v_1 = w_1 = \xi$, $u_2 = v_2 = w_2 = \eta$, ξ et η étant les facteurs linéaires du hessien de φ, et l'on retrouve la relation

$$\varphi = k\xi^3 + k'\eta^3.$$

» La propriété des formes trilinéaires que nous venons de signaler conduit à des conséquences géométriques assez importantes. »

PHYSIQUE. — *Sur le principe de la conservation de l'électricité, ou second principe de la théorie des phénomènes électriques.* Mémoire de M. G. **Lippmann**, présenté par M. Jamin. (Extrait par l'auteur.)

« La quantité de matière et la quantité d'énergie ne sont pas les seules grandeurs qui demeurent invariables; la quantité d'électricité jouit de la même propriété. Si l'on considère un phénomène quelconque dans son ensemble, on observe que la distribution de l'électricité peut changer, mais que la somme des quantités d'électricité libre ne varie jamais. Si la charge électrique éprouve une variation positive en certains points, elle éprouve, en d'autres points, une variation négative, *et la somme algébrique de toutes les variations de charge simultanées est toujours nulle.* La somme des quantités d'électricité libre est donc invariable, puisque sa variation totale est toujours égale à zéro. Cette loi, que j'appelle le *principe de la conservation de l'électricité*, s'étend à tous les phénomènes étudiés jusqu'à présent; elle résulte d'expériences anciennes et très connues qu'il suffit de rappeler. Ainsi, dans le cas du partage d'une charge entre deux corps, on sait que la charge totale demeure la même avant et après le partage. Il en est de même dans le cas du frottement : on sait que les charges acquises par les corps frottés ont une somme algébrique nulle. Il en est de même encore dans le cas de l'électrisation par influence et de l'action des piles. J'admettrai comme un principe ce fait, qui a été vérifié pour toutes les actions électriques con-

nues ([1]). Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé de le traduire en langage analytique, afin d'en tirer des conséquences nouvelles.

» Désignons par x et y deux variables indépendantes, desquelles dépende la quantité d'électricité que reçoit un corps; x peut être, par exemple, le potentiel qu'acquiert ce corps, et y sa capacité ou bien une longueur, une pression, une température, etc., dont cette capacité soit une fonction. Soit dm la quantité d'électricité reçue par le corps lorsque x augmente de dx et y de dy; on peut, sans rien préjuger, poser

$$dm = \mathrm{P}\,dx + \mathrm{Q}\,dy$$

P et Q étant deux fonctions de x et de y.

» Je dis que le principe de la conservation de l'électricité s'exprime par la condition que dm soit une différentielle exacte. En effet, partageons par la pensée un système quelconque, dans lequel il se produit un phénomène électrique, en deux portions A et B. Soient a et b les variations de charge éprouvées simultanément par ces deux portions; on doit avoir, en vertu de notre principe, $a + b = 0$. Dans le cas où A parcourt un cycle fermé, c'est-à-dire où son état final est identique à son état initial, on a $a = 0$, et par suite $b = 0$. Cette dernière équation peut s'écrire $\int dm = 0$. Or on sait que, pour qu'une intégrale $\int dm$ soit nulle pour tout cycle fermé, il faut et il suffit que dm soit une différentielle exacte, ce qui se traduit par la condition connue d'intégrabilité

$$(\alpha) \qquad \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial y} = \frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial x}.$$

» Telle est donc l'expression analytique générale du principe de la conservation de l'électricité.

» Le principe de la conservation de l'énergie s'exprime également par une condition d'intégrabilité. On obtient ainsi deux équations *distinctes*, dont l'application simultanée à divers phénomènes connus fait prévoir

---

([1]) On peut encore l'énoncer sous la forme suivante : *Quels que soient les phénomènes qui se produisent entre les parties d'un système, l'attraction électrique totale exercée sur ce système par un point électrique infiniment éloigné demeure invariable.* Si l'on se servait de l'attraction exercée par un point électrique infiniment éloigné pour mesurer les quantités d'électricité, cette mesure se ferait par des pesées électriques pareilles aux pesées des chimistes, et la conservation des quantités d'électricité se vérifierait de la même manière que la conservation des quantités de matière.

l'existence et la grandeur de phénomènes nouveaux. J'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques exemples de cette application. »

CHIMIE. — *Sur le protobromure et le protoiodure de chrome et sur l'oxalate de protoxyde de chrome.* Note de M. **H. Moissan.**

« *Protobromure de chrome.* — J'ai préparé ce composé anhydre :

» 1° En réduisant par l'hydrogène le sesquibromure de chrome [1];

» 2° Par l'action de l'acide bromhydrique sec à haute température sur la fonte de chrome;

» 3° En faisant passer des vapeurs de brome entraînées par un courant d'azote sur un excès de fonte de chrome chauffée au rouge.

» C'est un corps blanc, dont la couleur devient d'un jaune ambré lorsqu'il est fondu. Sa saveur est styptique et analogue à celle des composés ferreux. Sa solution aqueuse est d'un beau bleu.

» Si, dans un tube contenant des cristaux de protobromure de chrome anhydre, on fait passer un courant d'air parfaitement desséché, le protobromure ne change pas d'aspect; mais, pour peu que le gaz contienne d'humidité, le protobromure s'hydrate, et cette solution absorbe alors l'oxygène avec la plus grande énergie. Le protobromure anhydre se combine avec l'eau en dégageant beaucoup de chaleur.

» On sait, depuis les travaux de M. Peligot sur ce sujet, que le sesquichlorure de chrome, qui est insoluble dans l'eau à 100°, se dissout avec la plus grande facilité dans une solution aqueuse très étendue de protochlorure de chrome. La solution bleue que fournit le protobromure de chrome au contact de l'eau dissout avec la plus grande facilité non seulement le sesquibromure, mais aussi le sesquiiodure et le sesquichlorure de chrome. Le protoiodure de chrome agit du reste de la même façon sur un quelconque des persels fournis par le chlore, le brome et l'iode avec le chrome. Comme la quantité de protosel haloïde nécessaire pour amener la dissolution du persel est très faible, M. Peligot d'abord, M. Lœvel ensuite, ont donné de ce phénomène des explications différentes. Sans vouloir entrer ici dans la discussion de ces théories, je ferai remarquer seulement que l'on

---

(1) Le sesquibromure de chrome dont je me suis servi a été préparé en faisant agir, dans un courant d'azote au rouge, un excès de vapeurs de brome sur du chrome métallique. On obtient ainsi des lames micacées, très brillantes, de couleur foncée.

peut obtenir la dissolution du sesquichlorure de chrome en le chauffant en tube scellé à la température de 180°.

» *Protoiodure de chrome.* — On peut obtenir ce sel par les mêmes procédés qui m'ont servi à préparer le protobromure : réduction du sesquiiodure par l'hydrogène, action de la vapeur d'iode sur un excès de fonte de chrome maintenue au rouge et décomposition de l'acide iodhydrique par le chrome métallique à haute température.

» Le protoiodure de chrome anhydre est de couleur grise. Il se dissout dans l'eau en donnant une solution bleue présentant des propriétés identiques à celles du protobromure et du protochlorure.

» Lorsque l'on veut obtenir simplement des solutions de protobromure ou de protoiodure de chrome, on peut traiter à l'ébullition une solution étendue d'acide chromique par un excès d'acide bromhydrique ou iodhydrique. La solution verte ainsi obtenue est réduite par le zinc.

» *Oxalate de protoxyde de chrome.* — Pour obtenir ce composé, je fais réagir l'acide oxalique sur l'acétate de protoxyde de chrome. Dans un ballon traversé constamment par un courant d'acide carbonique bien privé d'oxygène, je place de l'acétate de protoxyde de chrome et une quantité d'acide oxalique suffisante pour que l'acétate entre en solution. Un excès d'acide doit être évité. Le liquide prend une couleur foncée. On le porte à l'ébullition pendant dix à quinze minutes; l'acide acétique distille en même temps que de la vapeur d'eau, et une poudre verdâtre, grenue, bien cristallisée, se réunit au fond du ballon. On laisse refroidir, on décante et on lave par décantation ou filtration, d'abord avec de l'eau, ensuite avec de l'alcool, les deux liquides étant saturés d'acide carbonique. On sèche ensuite la masse pâteuse ainsi obtenue dans des vases poreux traversés par un courant d'acide carbonique sec.

» Si l'on ne portait pas à l'ébullition la solution d'acide oxalique et d'acétate de chrome, il ne se formerait pas d'oxalate de protoxyde de chrome. J'ai laissé pendant des semaines de semblables solutions à la température du laboratoire sans obtenir aucun précipité. En même temps que l'oxalate de protoxyde se forme, une partie du chrome est peroxydée et fournit des sels verts solubles dont on se débarrasse par des lavages.

» L'oxalate de protoxyde de chrome est une poudre jaune parfaitement cristallisée, dont la couleur se rapproche beaucoup de celle de l'oxalate ferreux. C'est le plus stable des sels de protoxyde de chrome obtenus jusqu'ici. On peut facilement, lorsque la température n'est pas supérieure à 6° ou 8°, laver et sécher ce sel en présence de l'air. Lorsqu'il est sec, il se

conserve très bien, même dans des vases ouverts abandonnés dans le laboratoire. Il présente donc sous ce rapport une grande analogie avec l'oxalate de protoxyde de fer.

» Chauffé dans un courant d'hydrogène sulfuré, il donne une poudre noire de sulfure de chrome. Dans un courant de chlore sec au rouge sombre, il se transforme en sesquichlorure de chrome. Dans un courant d'hydrogène à 440°, il se décompose en laissant cette variété de sesquioxyde de chrome, facilement attaquable par le chlore et l'hydrogène sulfuré, que j'ai étudiée précédemment ([1]). Il en est de même si on le chauffe dans un tube fermé. Il existe donc ici une différence notable entre l'oxalate chromeux et l'oxalate ferreux. Ce dernier en effet peut, ainsi que le protoxalate d'uranium, fournir par sa calcination un protoxyde pyrophorique. Le même fait ne se présente pas pour l'oxalate de protoxyde de chrome. Cela n'a rien qui doive nous surprendre, puisque l'on sait, d'après M. Debray, qu'un mélange à volumes égaux d'acide carbonique et d'oxyde de carbone agit de façon très différente sur les divers métaux. Dans un semblable milieu, vers 1000°, le fer fournira un protoxyde, le molybdène et le tungstène des bioxydes, et le chrome un sesquioxyde. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés acétyliques de la cellulose.* Note de M. FRANCHIMONT, présentée par M. Wurtz.

« En traitant la cellulose (papier à filtrer suédois) avec de l'anhydride acétique mêlé d'un peu d'acide sulfurique, j'ai obtenu, outre le corps cristallisé décrit il y a quelque temps, deux autres corps. Le premier forme une poudre très blanche, qui ne se dissout que très peu dans l'alcool ordinaire bouillant, mais qui se dissout assez bien dans l'alcool amylique bouillant, d'où il se dépose par le refroidissement. Il se dissout facilement dans l'acide acétique et est précipité, par addition d'eau, sous forme de poudre. Il se dissout très facilement dans la nitrobenzine; si la solution est préparée à chaud et assez concentrée, il se dépose en partie par le refroidissement.

» L'analyse élémentaire a fourni : C, 49,12; H, 5,42, et C, 49,21; H, 5, 57; le dosage de l'acide acétique, 62,2 et 62,5. Je m'abstiens pour le moment de traduire ces chiffres en une formule empirique.

([1]) *Sur les oxydes métalliques de la famille du fer* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 199).

» Le corps fond à environ 232°, à ce qu'il me semble, en se décomposant. Traité avec l'eau de baryte chaude, il a donné des flocons blancs insolubles dans les alcalis et les acides dilués, solubles dans une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre, de laquelle il peut être recouvré par les acides dilués sous forme de flocons blancs.

» Le second corps que je veux mentionner ici n'est pas soluble dans l'alcool amylique. Il se dissout dans l'acide acétique bouillant, en donnant une solution très épaisse, gélatineuse, qui se laisse difficilement filtrer, et en est précipité par l'addition d'eau comme une gelée, d'abord transparente, puis blanche. Il se dissout dans la nitrobenzine bouillante et donne, même, avec une très grande quantité de ce liquide, par le refroidissement, une gelée transparente. Il ne présente pas un point de fusion net, mais noircit à une température assez élevée.

» J'ai retrouvé ces propriétés chez la cellulose acétique préparée au moyen de l'anhydride acétique et du chlorure de zinc, qui m'a fourni, à l'analyse : C, 50,13; H, 5,69, et 60,39 pour 100 d'acide acétique, et chez celle préparée selon la méthode de M. Schützenberger. Je continue l'étude de ces corps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur l'anhydride acétique*. Note de M. FRANCHIMONT, présentée par M. Wurtz.

« En préparant une grande quantité du dérivé acétylique de la cellulose que j'ai décrit il y a quelque temps, pour en étudier le produit de dédoublement, j'ai voulu en même temps déterminer les produits accessoires. C'est pourquoi j'ai évaporé le liquide acide, obtenu par la précipitation de la solution de la cellulose dans l'anhydride acétique, mêlé d'un peu d'acide sulfurique, avec de l'eau. L'ayant réduit à un petit volume, je me proposais d'éliminer l'acide sulfurique en y ajoutant une solution d'acétate de baryum. A mon grand étonnement, je n'ai pas obtenu de précipité de sulfate de baryum, mais, ayant évaporé encore un peu plus, j'ai vu se séparer un sel cristallisé en petites écailles, qui, une fois formées, ne se dissolvent que très difficilement dans l'eau, de sorte qu'on peut les laver à l'eau bouillante.

» Ce sel m'a donné, après dessiccation à 230°, en dosant le baryum et le soufre, les chiffres suivants : Ba, 49,74 pour 100; S, 11,56 pour 100, correspondant exactement avec ceux qu'exige le sulfacétate de baryum : Ba, 49,81; S, 11,63.

» Une autre fois, j'ai préparé, au moyen du sel de plomb, l'acide libre,

qui avait les caractères qu'indique M. Melsens, et j'ai transformé cet acide en sel d'argent, au moyen du carbonate. Ce sel, qui forme d'assez grands cristaux très durs, m'a fourni à l'analyse : C, 6,80 pour 100; H, 0,59 pour 100; Ag, 61,26 pour 100, tandis que la théorie exige : C, 6,77; H, 0,56; Ag, 61,01.

» Cette observation m'a amené à étudier un peu plus attentivement la réaction de l'acide sulfurique sur l'anhydride acétique. Lorsqu'on mêle les deux corps en quantités moléculaires, le mélange s'échauffe fortement, et l'on obtient après le refroidissement un liquide très épais, qui ne présente plus trace de l'odeur piquante et irritante de l'anhydride acétique (qui se traduit facilement par l'action sur les muqueuses du nez et des yeux), mais une odeur franche, d'acide acétique. Quand on refroidit les deux corps, en les mélangeant très lentement, et qu'on porte le mélange épais tout de suite dans de l'eau, on y retrouve tout l'acide sulfurique employé en liberté, mais quand le mélange a été abandonné pendant quelques jours ou quand il s'est échauffé on ne retrouve, en le dissolvant dans l'eau, qu'une partie de l'acide sulfurique comme tel; on en trouve encore moins quand on a chauffé jusqu'à 130°; mais, même quand on a porté la température à 160°, il renferme encore de l'acide sulfurique.

» Quand, au contraire, on mélange 2^{mol} d'anhydride acétique et 1^{mol} d'acide sulfurique, le mélange s'échauffe jusqu'à l'ébullition, se colore, et tout l'acide sulfurique est transformé soudainement en acide sulfacétique, qui reste combiné, à ce qu'il semble, à une partie de l'acide acétique formé en même temps, car un chauffage à 160° ne suffit même pas à en séparer autant d'acide acétique qu'on pourrait présumer. Dans le vide sec, je n'en ai pas pu obtenir de cristaux, même après deux mois, tandis que l'acide obtenu au moyen du sel de plomb cristallisait après quelques jours.

» Cette formation de l'acide sulfacétique me paraît offrir quelque intérêt en la comparant à celle décrite par MM. Hofmann et Buckton, au moyen de l'acétonitrile et de l'acide sulfurique. Il résulte de mes expériences que la formation commence assez vite et atteint une limite dépendant du temps et de la température; tandis que pour la transformation complète de l'acide sulfurique il faut qu'il y ait 2^{mol} d'anhydride acétique et un échauffement jusqu'à 120° ou 130°.

» Il me semble que la formation de l'acide sulfacétique est précédée par celle d'un acide acétylsulfurique très facilement décomposable par l'eau et que c'est ce dernier corps qui détermine la formation rapide et facile des

éthers acétyliques, au moyen de l'anhydride acétique mêlé d'un peu d'acide sulfurique, quoique l'acide sulfacétique soit aussi apte à cela, comme je m'en suis assuré, mais beaucoup plus difficilement.

» Comme l'acide acétylsulfurique est encore très incomplètement connu, je me propose d'en faire l'étude, et je veux le préparer par d'autres méthodes, surtout pour voir s'il existe sous deux modifications isomériques, comme cela semble découler de travaux de Kümmener et Carius. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un réactif propre à distinguer les ptomaïnes des alcaloïdes végétaux*. Note de MM. **P. Brouardel** et **E. Boutmy**, présentée par M. Wurtz.

« Les ptomaïnes (alcalis cadavériques), présentant en général les plus importants des caractères chimiques et des propriétés physiologiques des alcaloïdes végétaux, peuvent, pour cette raison, être confondues avec ces derniers. Une erreur judiciaire a été commise dans ces derniers temps en Italie, où des experts ont conclu à l'empoisonnement du général X*** par la delphinine lorsqu'ils étaient seulement en présence d'une ptomaïne.

» La méthode rationnelle à suivre pour distinguer une ptomaïne d'un alcaloïde végétal ingéré est évidemment de déterminer la totalité des propriétés chimiques et physiologiques du toxique isolé. S'il manque un ou plusieurs des caractères connus de l'alcaloïde végétal dont la présence paraît signalée par l'ensemble des expériences, c'est qu'on est en présence, non de cet alcaloïde, mais d'une ptomaïne qui lui ressemble.

» Cette méthode, qui est évidemment la plus sûre, a l'inconvénient d'être longue et délicate et de ne pouvoir être employée que dans le cas où la quantité de poison isolée est assez considérable pour se prêter à une étude complète.

» Nous avons cherché un réactif qui permît d'y suppléer au besoin et de la contrôler dans tous les cas, en décelant immédiatement si l'on est en présence d'une ptomaïne ou d'un alcaloïde végétal.

» Ce réactif existe : c'est le cyanoferride de potassium. Ce sel, mis en présence des bases organiques pures prises au laboratoire ou extraites du cadavre après un empoisonnement avéré, ne subit aucune modification. Il est, au contraire, ramené instantanément à l'état de cyanoferrure par l'action des ptomaïnes et devient alors capable de former du bleu de Prusse avec les sels de fer.

» Lors donc que la méthode de Stas aura permis d'isoler une substance se comportant vis-à-vis de l'iodomercurate de potasse comme le font les alcaloïdes végétaux, si cette substance reste sans action sur le cyanoferride de potassium, on pourra admettre qu'on est en présence d'un alcaloïde végétal et qu'il y a eu empoisonnement. Si, au contraire, le cyanoferride de potassium se trouve réduit, en même temps que la base est précipitée par l'iodomercurate de potasse, on est en présence d'une ptomaïne.

» Enfin, suivant que le précipité obtenu, tant avec l'iodomercurate qu'avec le cyanoferride, sera en quantité considérable ou faible, on conclut qu'on est en présence soit d'une ptomaïne abondante et non mélangée, soit d'un mélange de la ptomaïne avec un alcaloïde végétal.

» Pour opérer la réaction avec le cyanoferride, on convertit en sulfate la base extraite du cadavre, puis on dépose quelques gouttes de la solution de ce sel dans un verre de montre, qui contient à l'avance une petite quantité de cyanoferride dissous. Une goutte de chlorure de fer neutre versée sur ce mélange détermine la formation du bleu de Prusse, si la base isolée est une ptomaïne. Dans les mêmes conditions, les alcaloïdes végétaux ne donnent pas de bleu de Prusse.

» Jusqu'à ce jour, il n'existe d'exception à cette règle générale que pour la morphine, qui réduit abondamment le cyanoferride, et pour la vératrine, qui donne des traces de réduction. Encore est-il possible que ce dernier fait ait pour cause la présence de traces d'impuretés que nous n'avons pu séparer complètement de la vératrine par nous employée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'iodoforme et de strychnine.* Note de M. LEXTRAIT, présentée par M. Chatin.

« Lorsqu'on sature de strychnine une solution concentrée et chaude d'iodoforme dans l'alcool, la liqueur se décolore par le refroidissement et laisse déposer peu à peu de longues aiguilles prismatiques.

» Ces cristaux sont une combinaison d'iodoforme et de strychnine. Le procédé le plus commode pour les obtenir consiste à prendre 5^{gr} d'iodoforme cristallisé et 12^{gr} de strychnine; on les fait dissoudre dans environ 500^{cc} d'alcool à $85°$, à une température un peu inférieure à son point d'ébullition. La dissolution effectuée, on laisse refroidir dans un vase fermé; au bout de vingt-quatre heures, on recueille les cristaux qui se sont déposés, on les lave avec une petite quantité d'alcool, on les essore

rapidement entre des feuilles de papier buvard, enfin on les dessèche à l'abri de l'air et de la lumière.

» Le produit ainsi préparé résulte de la combinaison de 1éq de strychnine avec 3éq d'iodoforme et correspond à la formule $(C^{42}H^{22}Az^{2}O^{4})^{3}C^{2}HI^{3}$.

» Il prend naissance également lorsqu'on met en présence la strychnine avec des quantités variables d'iodoforme.

» Sa composition est établie par les analyses suivantes :

» I. 1gr, décomposé par la chaux au rouge, a donné 0gr,4996 de AgI, soit 27 pour 100 d'iode.

» II. 1gr, décomposé par la chaux au rouge, a donné 0gr,5055 de AgI, soit 27,32 pour 100 d'iode.

» III. 1gr, distillé avec un excès d'acide sulfurique dilué, fournit de l'iodoforme qui, recueilli et décomposé au moyen de la potasse alcoolique, a donné 0gr,511 de AgI, soit 27,62 pour 100 d'iode.

» IV. 1gr, soumis au traitement précédent, a donné 0gr,510 de AgI, soit 27,58 pour 100 d'iode.

» V. 0gr,40 ont donné par combustion 0gr,804 $C^{2}O^{4}$ et 0gr,188 $H^{2}O^{2}$, soit 54,87 pour 100 de carbone et 5,22 pour 100 d'hydrogène.

» VI. 1gr,396, transformés par un excès d'acide sulfurique en sulfate de strychnine, puis précipités par l'ammoniaque, ont donné 0gr,98 de strychnine, soit 68,15 pour 100.

» Ces chiffres sont conformes à la formule $(C^{42}H^{22}Az^{2}O^{4})^{3}C^{2}HI^{3}$.

	Théorie. p. 100.	I. p. 100.	II. p. 100.	III. p. 100.	IV. p. 100.	V. p. 100.	VI. p. 100.
I	27,29	27,60	27,32	27,60	27,58	»	»
C	55,14	»	»	»	»	54,87	»
H	4,79	»	»	»	»	»	»
Strychnine. .	71,06	»	»	»	»	»	68,15

» La combinaison de strychnine et d'iodoforme est très altérable; la lumière la décompose à la longue en mettant de l'iodoforme en liberté.

» L'eau ne la dissout ni à chaud ni à froid. L'alcool à 98° centésimaux en dissout 3gr,40 par litre à 15°; cette solubilité croît avec la température. L'éther et le chloroforme la dissolvent facilement; mais les solutions ne tardent pas à être colorées par de l'iode devenu libre.

» La chaleur commence à la détruire vers 90°; la masse prend une teinte jaune de plus en plus foncée; à 130° elle noircit; il y a en même temps une élévation brusque de température.

» L'eau bouillante détruit la combinaison; de l'iodoforme distille, et il reste un résidu de strychnine. L'alcool la dissocie partiellement, de telle

manière qu'il n'est pas possible de la purifier par des cristallisations répétées sans en détruire une certaine proportion. Les acides étendus mettent de l'iodoforme en liberté et forment des sels de strychnine.

» Avec la quinine, il paraît se former un composé analogue : une solution alcoolique de quinine et d'iodoforme, contenant un excès d'alcaloïde, se partage, lorsqu'on la concentre convenablement, en deux couches : l'une, qui surnage, est incolore et ne renferme que de la quinine; l'autre, plus dense, est colorée en jaune et devient gélatineuse, sans qu'à aucun moment il s'en sépare de l'iodoforme; à la longue, elle finit par se solidifier tout en restant amorphe. Cette matière semble être une combinaison de quinine et d'iodoforme; mais il ne m'a été possible de l'obtenir que mélangée d'un excès de quinine [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques feldspaths de la vallée de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne).* Note de M. E. FILHOL.

« Dans un Chapitre de l'Ouvrage relatif aux sources minérales des Pyrénées que j'ai publié en 1853, j'ai fait observer que les roches granitiques au sein desquelles émergent les eaux thermales étaient généralement considérées comme contenant du feldspath à base de potasse, tandis que les sels contenus dans ces derniers sont, pour la majeure partie, à base de soude. J'en ai conclu que ces sels n'ont pas été empruntés aux roches que les sources rencontrent sur leur passage, au moins si ces dernières sont constituées dans les couches profondes comme elles le sont dans les parties accessibles à nos observations.

» Aucune analyse des feldspaths pris au point d'émergence des sources thermales n'a été faite, au moins à ma connaissance, et j'ai pensé qu'il serait utile d'entreprendre ce travail.

» Mes recherches ont porté sur quatre échantillons choisis comme il suit :

» N° 1. Pris dans la galerie François, au voisinage des sources.

» N° 2. Recueilli dans la galerie du Bosquet, au voisinage des sources.

» N° 3. Pris dans une carrière exploitée par M. Fourcade, à peu de distance de l'établissement des bains et sur la même montagne.

» N° 4. Recueilli à Saint-Mamet, de l'autre côté de la vallée.

---

[1] Ces recherches ont été faites à l'École supérieure de Pharmacie, dans le laboratoire de M. Jungfleisch.

» La composition de ces divers feldspaths peut être représentée comme il suit :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
Silice	67,831	67,800	70,000	67,721
Alumine	17,321	17,950	17,122	17,503
Potasse	9,030	9,000	7,820	8,973
Soude	5,771	5,200	5,021	5,750
Chaux	0,027	0,030	0,023	0,032
Magnésie	0,020	0,020	0,014	0,021
Oxyde de fer... / Lithine	traces	traces	traces	traces
	100,000	100,000	100,000	100,000

» Comme on le voit, la composition de ces feldspaths ne correspond ni à de l'orthose pure ni à de l'albite; elle pourrait conduire à admettre un mélange d'orthose et d'albite, ou bien encore à une orthose très riche en soude. Pour lever tous les doutes, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Fouqué, qui a bien voulu les examiner à l'aide du microscope polarisant et a reconnu que tous sont des feldspaths microclines avec petits filons d'albite, et contenant, comme éléments accessoires, du mica, du quartz, de la calcédoine et du talc.

» Le feldspath microcline est essentiellement potassique, et son existence rend compte de la prédominance de la potasse dans l'ensemble du mélange. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur les effets physiologiques et pharmacothérapiques des inhalations d'oxygène.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Vulpian.

« 1° *Effets physiologiques.* — L'oxygène, administré sous la forme d'inhalations, à la dose de 40^{lit} à 90^{lit} par jour, prise en deux fois et mélangée avec une quantité indéterminée d'air ordinaire, produit une stimulation assez énergique des fonctions dites *de nutrition.*

» Il augmente l'appétit, élève très légèrement la température, accélère la circulation et accroît le poids du corps.

» Lorsqu'on se soumet à un régime d'entretien identique avant, pendant et après la période des inhalations, ainsi que l'a fait M. le Dr Aune, à l'occasion de sa Thèse inaugurale (*Effets physiologiques des inhalations d'oxygène*, Thèse de Paris, n° 109; 1880), la composition des urines n'est pas modifiée, et, dans ces conditions, le poids du corps reste invariable.

» Sur le sang, l'oxygène exerce une action très nette : il excite la formation des hématoblastes et des globules rouges, et élève de 5 à 10 pour 100 le contenu de ces derniers en hémoglobine. Mais ces effets sont très passagers : dès que les inhalations sout suspendues, le sang reprend rapidement sa constitution anatomique primitive.

» Je signalerai encore, parmi les effets physiologiques, les sensations que M. le Dr Aune a éprouvées parfois pendant qu'il était sous l'influence de l'oxygène, et qui ont consisté en une légère ivresse et en fourmillements dans les extrémités.

» 2° *Effets pharmacothérapiques. — a. Chlorose.* — L'oxygène rend des services incontestables aux chlorotiques atteintes de troubles digestifs. Il ranime l'appétit, fait cesser les vomissements quand il en existe, réveille le mouvement d'assimilation, fait augmenter le poids du corps.

» Les malades satisfaisant leur appétit, devenu souvent considérable, les analyses d'urine indiquent alors un accroissement dans la quantité d'urée éliminée. Celle-ci s'est élevée chez quelques malades de 10gr à 35gr, et même 40gr, dans les vingt-quatre heures.

» Cette stimulation du mouvement nutritif porte également ses effets sur le sang : le nombre des globules rouges devient notablement plus grand; mais la valeur qualitative de ces éléments n'est pas influencée. Les hématies, quoique produites en plus grand nombre, restent tout aussi altérées; parfois même elles contiennent d'autant moins d'hémoglobine qu'elles sont plus abondantes. Au bout de plusieurs mois (deux à trois), malgré l'amélioration de l'état général, l'altération globulaire est encore aussi prononcée qu'au début du traitement, et, lorsqu'on cesse les inhalations, les malades ne tardent pas à perdre tout le bénéfice qu'ils paraissaient en avoir tiré.

» Les inhalations d'oxygène constituent néanmoins un auxiliaire utile du traitement de la chlorose par les ferrugineux. Elles sont particulièrement indiquées quand les troubles gastriques, si prononcés dans certains cas, empêchent les ferrugineux d'être convenablement supportés.

» Leur action sur la nutrition générale est analogue à celle de l'hydrothérapie, qui stimule également le mouvement nutritif et la formation des globules rouges, sans modifier d'une manière sensible les altérations individuelles de ces éléments. Ce dernier moyen doit être aussi considéré comme un adjuvant du traitement par le fer.

» *b. Vomissements.* — Les inhalations d'oxygène se caractérisent surtout,

au point de vue pharmacothérapique, par leurs effets sur le phénomène *vomissement*.

» Quelle que soit sa cause, le vomissement est souvent suspendu après une ou deux séances d'inhalations, et, lorsqu'il n'est pas entretenu par une lésion organique de l'estomac, la continuation de ces inhalations parvient, en général, à le supprimer d'une manière définitive.

» Voici la liste des états morbides dans lesquels la disparition des vomissements a été obtenue : dyspepsie douloureuse, sans lésion appréciable de l'estomac; dyspepsie avec dilatation stomacale, sans affection organique; vomissements incoercibles de la grossesse (cas publié par M. le Dr Pinard); urémie.

» Les cas dans lesquels les inhalations d'oxygène ont rendu les vomissements simplement moins fréquents, sans les supprimer, se rapportent au cancer de l'estomac, à la gastrite chronique avec dilatation stomacale et à la tuberculose pulmonaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur un prochain voyage scientifique à la pêcherie de Baleines de Vadsö.* Note de M. **Pouchet**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« L'année dernière, M. Sven Foÿn, propriétaire de la grande pêcherie de Vadsö, sur la côte orientale du Finmark, avait adressé au Muséum d'Histoire naturelle trois embryons de Baleine, un cœur et divers organes mous de ces grands Cétacés, toutes pièces d'une extrême rareté dans les collections d'Europe. Cette année, M. le Président du Conseil, Ministre de l'Instruction publique, m'a chargé d'une mission pour aller à Vadsö recueillir des objets d'Histoire naturelle, et deux licenciés ès sciences de la Faculté de Lille, MM. de Guerne et Barrois, se sont offerts à m'accompagner.

» C'est alors que M. l'amiral Cloué, Ministre de la Marine, dont le zèle éclairé pour tous les ordres de recherches scientifiques n'est jamais en défaut, a bien voulu mettre à la disposition de son collègue de l'Instruction publique, pour me seconder dans cette mission, l'aviso à vapeur *le Coligny*, commandant Martial. En même temps, S. Exc. le Ministre de Suède et de Norvège m'informait que des instructions avaient été données aux autorités civiles et maritimes de la province de Finmark dans le but de faciliter l'accomplissement de la mission scientifique dont j'étais chargé, et qu'en outre M. Guldberg, conservateur de la Collection zootomique de Christia-

nia, était désigné pour se rendre à Vadsö en même temps que nous, avec un préparateur.

» Cette bienveillance, ces puissants moyens mis au service de la mission lui traçaient dès lors un devoir plus large; non seulement nous comptons recueillir de nombreux spécimens de la faune, de la flore et des roches des deux rives du Varanger Fjord, mais nous avons pensé qu'il y aurait intérêt à étudier dans tous ses détails la faune maritime de ce fjord, situé à la limite des influences de l'Atlantique et de la mer Glaciale. La faune des eaux douces ne sera pas négligée non plus.

» Certaines questions de Biologie générale s'imposent d'avance à notre attention : l'époque de la maturation des œufs et de la ponte chez les espèces marines, et particulièrement chez les Poissons qu'on retrouve sur nos côtes; l'influence d'un jour permanent de deux mois sur l'activité périodique diurne de certaines espèces animales ou végétales, etc.

» Si cette campagne scientifique sur un point de la côte septentrionale de l'Europe parfaitement connu ne promet aucune conquête brillante, on peut du moins espérer qu'un séjour prolongé au même lieu permettra d'y recueillir des matériaux qui manquent dans nos collections et des observations qui pourront être avantageusement utilisées comme point de comparaison.

» J'espère que le plan de ces recherches, tout modeste qu'il soit, ne sera pas désapprouvé de l'Académie, et je serais heureux qu'elle voulût bien y joindre les instructions complémentaires qu'elle pourrait avoir à me donner.

» Il me reste à exprimer le regret que la compétence exclusivement biologique du préparateur qu'ont bien voulu m'adjoindre mes collègues du Muséum et des deux jeunes naturalistes qui m'accompagnent comme volontaires de la Science ne me mettent pas malheureusement en mesure de rapporter des observations sur la Physique du globe, qu'on pourrait sans doute recueillir pendant un établissement de deux mois au delà du 70e parallèle. »

ZOOLOGIE. — *Migration du Puceron du peuplier.* (Pemphigus bursarius *Lin.*). Note de M. J. LICHTENSTEIN.

« Au mois d'août de l'année passée, j'eus l'honneur d'annoncer à l'Académie que le Puceron des galles ligneuses du peuplier noir [*Pemphigus bursarius* (*partim*) Linné, *sub Aphis*], mis sous cloche, à sa sortie des galles, sur une plante de *Filago germanica,* y avait déposé des petits qui, ayant pris

des ailes à leur tour, avaient donné des sexués, en pondant en masse dans des morceaux d'écorce de peuplier mis à leur disposition dans mon cabinet.

» Ces sexués, privés de rostre, s'étaient accouplés et m'avaient fourni de nombreux œufs fécondés. Je dis *nombreux*, parce que les femelles elles-mêmes étaient très nombreuses, car chacune d'elles n'a, comme tous les Pemphigiens dont je connais les sexués, qu'un œuf unique dans son corps.

» L'accouplement est précédé de plusieurs mues, qui me paraissent être au nombre de quatre. Quoique n'ayant point de bouche et ne pouvant pas par conséquent se nourrir, ces petits animaux grossissent, comme une graine mise à tremper. Le mâle meurt le premier, après avoir fécondé plusieurs femelles. Quand cette dernière arrive au moment de pondre, on voit sortir des deux côtés de son corps des filaments blancs fort nombreux qui entourent l'œuf, ainsi englobé dans une enveloppe moelleuse de sécrétion ressemblant à des fils d'araignée. Les organes sécréteurs consistent en deux couronnes de filières placées sur les côtés de l'abdomen, au point occupé par les cornicules chez les Aphidiens vrais.

» Ces œufs, gardés tout l'hiver, ont commencé à éclore dès les premiers jours d'avril; j'ai porté alors les morceaux d'écorce, garnis de ces petits animaux, sur un jeune peuplier planté *ad hoc* dans mon jardin et sur lequel j'avais constaté l'absence de toute galle l'automne passé.

» J'ai fait cette opération dans les premiers jours du mois d'avril, avant mon départ pour le Congrès de l'Association française à Alger.

» A mon retour, je me suis empressé d'aller voir mon petit arbre, et je l'ai trouvé garni de petites galles du *Pemphigus bursarius* (faciles à reconnaître par leur position à la base des jeunes bourgeons), ayant déjà la grosseur d'un petit pois.

» L'épreuve et la contre-épreuve m'ayant ainsi réussi, je crois pouvoir affirmer que le *Pemphigus filaginis* n'est que la forme bourgeonnante et pupifère, c'est-à-dire les troisième et quatrième formes du *Pemphigus bursarius*.

» On pourra peut-être m'objecter que, le peuplier étant en plein air et ne pouvant pas être recouvert d'une cloche de verre, une erreur pourrait être encore possible; cela me paraît difficile. Cependant je prépare déjà des plantes de *Filago* que je tiendrai enfermées et sous cloche jusqu'au mois de juillet, pour faire un élevage en chambre, à l'abri de toute influence extérieure.

» De plus, j'ai envoyé à M. Riley, à Washington, et à M. Monell, au Jardin des plantes de Saint-Louis (Missouri), les mêmes œufs qui m'ont servi ici à

faire l'expérience ci-dessus; j'attends des renseignements, et, si je puis provoquer les mêmes galles du peuplier en Amérique, ce sera un argument sans réplique.

» Les théories que j'ai si souvent exposées sur les métamorphoses et les migrations des Pucerons reçoivent ici une nouvelle confirmation, et les observations récentes de MM. Kessler, à Cassel, sur les Pucerons des ormeaux, Löw, à Vienne, sur le Puceron lanigère, Buckton, à Londres, sur les Aphidiens en général, m'encouragent à persévérer dans mes études, car ils reconnaissent tous la justesse de mes indications sur la biologie générale des Pemphigiens. »

ZOOLOGIE. — *Trichines enkystées dans les parois intestinales du porc.* Note de M. **J. Chatin**, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai signalé la présence de la trichine dans le tissu adipeux ([2]), où, depuis lors, plusieurs micrographes (MM. Fourmont, Delavaux, etc.) ont pu la constater également; la concordance de ces résultats permet d'apprécier à leur exacte valeur les descriptions qui nous représentent la trichine comme spéciale au système musculaire.

» Il semble même que, loin d'obéir à une localisation aussi rigoureuse, cet Helminthe puisse se disséminer dans des parties fort différentes de l'organisme, car j'ai eu récemment l'occasion d'observer une nouvelle station de la trichine agame dans les circonstances suivantes.

» Parmi les viandes, de provenance américaine, soumises à l'examen du laboratoire institué au Havre par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, se trouvait un lot considérable de *boyaux de porc*, dont l'expertise fut pratiquée selon la technique habituelle. Des échantillons ayant été prélevés sur tous les morceaux contenus dans les caisses, l'étude microscopique révéla une particularité que les notions classiques ne permettaient aucunement de prévoir : dans l'épaisseur des parois intestinales se mon-

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 21 mars 1881.

([2]) Les animaux nourris avec ces lards trichinés, sans aucune trace de parties musculaires, ont présenté de graves troubles intestinaux, qui n'ont cessé que par la suspension du régime; en rétablissant et suspendant alternativement celui-ci, on a provoqué, à plusieurs reprises, l'apparition de ces accidents, caractérisés par la présence de jeunes trichines dans les déjections.

traient de nombreuses trichines aux divers stades du développement. Quelques-unes présentaient encore l'état embryonnaire ou, du moins, ne semblaient l'avoir que légèrement dépassé, car, si elles offraient déjà l'ébauche manifeste de la bouche et du tube digestif (ce dernier apparaissant sous l'aspect d'une bandelette axile et granuleuse), elles conservaient néanmoins, dans la configuration générale du corps, la forme lancéolée qui caractérise cette période de l'évolution ; d'autres étaient mieux développées, plus grandes, enroulées, non enkystées. Mais, détail dont l'importance ne saurait être méconnue, la plupart des trichines se trouvaient protégées par des kystes normalement constitués et nettement enchâssés dans les tuniques intestinales [1].

» Le fait n'est pas seulement nouveau pour l'histoire naturelle de l'Helminthe ; il paraît, en outre, mériter une certaine attention au point de vue prophylactique. En effet, les boyaux étaient importés pour servir d'enveloppes à des saucissons préparés avec des viandes indigènes; celles-ci eussent donc pu être parfaitement saines, elles eussent même pu être fournies par diverses espèces animales rarement trichinosées : il eût suffi cependant de l'ingestion d'un fragment de l'enveloppe pour déterminer une contamination d'autant plus probable que certaines de ces préparations ne subissent aucune cuisson préalable. »

ZOOLOGIE. — *Études sur quelques points de l'anatomie du* Sternaspis scutata. Note de M. MAX. RIETSCH, présentée par M. Alph.-Milne Edwards [2].

« Le système vasculaire du *Sternaspis* est très complexe et très intéressant; on peut le résumer en disant qu'il comprend un vaisseau dorsal et un système ventral.

» Le vaisseau dorsal suit dans tous ses contours l'estomac, sur lequel il est appliqué; il est beaucoup plus étroit en aval de l'anastomose branchiale qu'en amont; cette dernière portion, d'abord large, s'amincit graduellement jusqu'à l'origine de l'estomac; à partir de ce point elle flotte

---

[1] On comprend que l'état de ces intestins ne permette pas une spécification histologique des plus précises; cependant je dois mentionner que les trichines s'observaient dans les diverses zones de la paroi intestinale, sans que la couche contractile parût posséder aucune immunité particulière.

[2] Ce travail a été fait au Laboratoire de Zoologie marine de Marseille, dirigé par M. Marion. Une première Note a été présentée dans la séance du 11 avril.

dans la cavité générale, mais reste parallèle à l'œsophage, auquel elle est rattachée par quelques rameaux; elle se fixe finalement sur le pharynx où elle se divise en nombreuses branches, dont deux principales disposées en fourchette.

» Le vaisseau ventral a de nombreuses racines à la face ventrale du pharynx et aux soies antérieures; il chemine parallèlement au cordon nerveux, auquel il envoie plusieurs ramifications, émet de nombreuses branches aux organes segmentaires dont il va être question; puis, vers le milieu du corps, il donne naissance : 1° à un vaisseau qui suit en avant l'intestin postérieur; 2° à deux autres troncs dont le plus volumineux ne tarde pas à se diviser en trois. Ainsi se forment les quatre vaisseaux sexuels sur lesquels naissent les organes génitaux. Trois d'entre eux courent le long des différentes portions de l'estomac, le quatrième le long de l'intestin récurrent; ils donnent tous naissance à des rameaux très nombreux qui se divisent d'une façon répétée, et en général dichotomiquement, et qui débouchent finalement dans un sinus logé sous la couche musculaire de l'intestin et contre la gouttière vibratile. Celle-ci, dans la région stomacale, est diamétralement opposée au vaisseau dorsal, qui communique avec ce sinus longitudinal par un système très complexe de canaux capillaires dépourvus de membrane propre et placés entre la couche musculaire et l'épithélium. Tout l'intestin se trouve ainsi muni d'un système très riche de sinus sanguins communiquant et avec le vaisseau dorsal et avec le vaisseau ventral le long du pharynx, de l'œsophage et de l'estomac, mais n'ayant de relations directes qu'avec le seul vaisseau ventral pour tout le reste de l'intestin; il existe, du reste, des anastomoses vasculaires entre les différentes régions intestinales.

» Plus en arrière, le vaisseau ventral émet de nombreux rameaux symétriques qui se rendent aux téguments, aux soies postérieures et à l'intestin terminal; quelques-uns aboutissent en arrière à de véritables grappes d'ampoules ou de poires sanguines à parois minces, placées entre l'écusson et le rectum, et constituant évidemment un réservoir pour le sang quand ce fluide se trouve refoulé en arrière par l'invagination et la contraction de la région antérieure du corps; je n'ai pu découvrir aucune communication entre ces grappes et les branchies. La circulation me semble due principalement aux mouvements généraux du corps.

» Les organes génitaux ont la même forme dans les deux sexes. Aux appendices externes font suite deux oviductes ou deux spermiductes qui se dirigent en arrière vers la ligne médiane, où ils se réunissent et où ils s'ac-

colent en même temps au vaisseau ventral; ils sont accompagnés chacun d'un rameau sanguin qui émane de ce même vaisseau ventral et qui ne les quitte qu'à la peau; de leur point de convergence partent les quatre lobes de l'ovaire ou du testicule. Ces lobes se forment tardivement le long des quatre vaisseaux sexuels déjà mentionnés; ils possèdent chacun une *paroi propre* qui se continue directement avec celle des oviductes et dans laquelle le vaisseau sexuel correspondant se trouve enchâssé. Les œufs prennent naissance sur la paroi de ce vaisseau regardant l'intérieur de l'ovaire et aux dépens des cellules épithéliales composant cette paroi, à laquelle ils restent d'abord fixés par un pédoncule; ils se détachent ensuite, descendent le long du lobe, puis arrivent dans les oviductes; ils ne tombent donc à aucun moment dans la cavité générale. Les lobes sexuels sont de longueur très inégale chez le même animal et inégalement développés chez les différents individus, suivant leur âge; chez les *Sternaspis* de grande taille ils présentent, surtout pour les mâles, de courts lobes secondaires le long des principaux rameaux du vaisseau sexuel.

» En avant des oviductes, et enroulés dans les replis de l'œsophage, existent deux organes segmentaires volumineux (organe à quatre cornes de Mueller), bruns, à parois délicates, irrégulièrement lobés et munis chacun d'un canal excréteur qui s'amincit beaucoup près des téguments et qui débouche au dehors par un pore extrêmement petit. Les deux pores symétriques sont placés en avant des appendices génitaux. Je n'ai pas encore réussi à découvrir à ces organes des entonnoirs vibratiles; ils présentent un épithélium interne, une couche péritonéale externe et entre les deux un riche réseau de sinus sanguins souvent capillaires.

» Je n'ai encore pu observer que les premières phases de l'embryogénie à la suite de fécondations artificielles. Les œufs ont à peu près $0^{mm},15$ de diamètre; ils présentent sous leur chorion, qui conserve ordinairement la trace du pédoncule, une masse vitelline granuleuse avec un noyau excentrique et un nucléole; ce noyau disparaît dans les œufs mûrs. Les spermatozoïdes ont $0^{mm},085$ à $0^{mm},10$ de longueur; la tête est allongée et occupe à peu près $\frac{1}{6}$ de la longueur entière. La segmentation est totale; elle commence environ cinq heures après la fécondation. Les deux premières balles sont déjà inégales; la différence va s'accentuant rapidement entre les petites cellules évolutives hyalines et les grosses cellules nutritives, granuleuses et sombres; les premières ne tardent pas à envelopper les secondes et il se forme ainsi une planula par épibolie. Au bout de vingt-quatre heures je trouve dans les cristallisoirs des larves pélagiques composées d'un ecto-

derme à petits éléments et d'un endoderme formé de quelques grosses balles brunâtres; elles semblent dépourvues de bouche et d'anus. Ces larves sont couvertes de cils vibratiles, sauf dans leur région postérieure; elles portent à leur pôle céphalique un panache de cils plus longs. Mais la vie pélagique ne dure guère que trente-six à quarante heures; les larves tombent au fond de l'eau, perdent leurs cils, s'allongent, prennent une apparence et des mouvements vermiformes. L'évolution est ensuite très lente dans les cristallisoirs; au bout d'un mois les larves, notablement plus allongées, présentent un tube digestif formé de grandes cellules et dépourvu de bouche et d'anus; sa cavité est remplie d'un liquide qui charrie de nombreuses granulations et que les mouvements du corps font cheminer d'avant en arrière ou réciproquement; dans la région postérieure et sur la face dorsale (?) on distingue un petit appendice ectodermique recourbé en crochet et qui pourrait être la première ébauche des branchies.

» Je continue ces observations et j'espère qu'elles seront bientôt assez complètes pour me permettre d'entreprendre une monographie du *Sternaspis.* »

M. J. Baudoin communique l'observation qu'il a faite de deux météores, le mercredi 27 avril 1881, à $1^h 30^m$ du matin, près le Nouvion-en-Thiérache.

« Le premier bolide, d'un diamètre apparent de $0^m,20$ à $0^m,22$, présentait un noyau central d'un bleu éblouissant, autour duquel on croyait voir de la fonte coulante; le centre du noyau semblait noir.

» Parti du sud par un angle de 45° environ avec l'horizon, dans une direction ONO-ENE, le bolide a disparu sans traînée ni explosion, après avoir brillé pendant deux secondes, à peu près autant que la pleine Lune.

» Cinq minutes plus tard environ, à peu près au zénith et à une très grande hauteur, dans une direction diamétralement opposée (ESE-ONO), M. Baudoin a observé une étoile filante qui s'est réduite en gouttes de feu paraissant descendre sans bruit, sur un parcours apparent de $1^m,75$, en une chaîne craquelée de grosseur inégale. »

M. A. Marquès transmet à l'Académie une Lettre renfermant des détails sur le puits artésien qu'il a fait creuser à l'île Oahu de l'archipel Hawaïen.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mai 1881.

Société des Agriculteurs de France; séance générale de 1881. *Médaille d'honneur offerte à M. Louis Pasteur, dans la séance d'ouverture, le* 21 *février* 1881. *Rapport sur les travaux de M. Pasteur; par* M. H. Bouley. Paris, typogr. Vve Renou, Maulde et Cock, 1881; br. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; t. XXIV, année 1880. Saint-Etienne, impr. Théolier, 1880; in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Livr. 46 : *Echinodermes réguliers; par* M. G. Cotteau. Texte, feuilles 7 à 9 du Tome X; Atlas, pl. 287 à 298. Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

De la fièvre jaune à la Martinique (Antilles françaises). Étude faite dans les hôpitaux militaires de la colonie; par M. Bérenger-Féraud. Paris, Ad. Delahaye et Cie, 1879; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de 1881.)

Des tubercules de la mamelle; par L.-E. Dubar. Paris. J.-B. Baillière, 1881; in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le concours Godard de 1881.)

Les travaux d'assainissement de Dantzig, Berlin, Breslau; par M. A. Durand-Claye. Paris, G. Masson, 1881; br. in-8° et Atlas in-4°. (Extrait de la *Revue d'Hygiène.*) (Présenté par M. Bouley.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Réponse à quelques critiques relatives à la Note du 21 février sur la parallaxe du Soleil;* par M. FAYE.

« Dans une des dernières séances, j'ai annoncé à l'Académie que la parallaxe du Soleil pouvait être dès aujourd'hui déterminée à $\frac{1}{100}$ de seconde près; j'ai donné 8″,82 comme moyenne de dix déterminations indépendantes, en déclarant que j'adopterai, pour ma part, 8″,813, donné par les deux méthodes physiques de M. Fizeau et de M. Foucault, combinées avec la constante de l'aberration de Struve.

» Ce fait considérable et fort inattendu paraît n'avoir pas été bien compris en Angleterre, si j'en crois du moins le compte rendu de la dernière séance de la Société royale astronomique de Londres, dans le cours de laquelle certaines critiques m'ont été adressées par des astronomes éminents. Je demande à l'Académie la permission de leur répondre, fort étonné d'ailleurs d'avoir à revenir sur une question si simple et si nettement tranchée par les documents existants.

» On a été tellement surpris de l'annonce que j'ai faite de la véritable

parallaxe du Soleil, avec preuves à l'appui, que mes honorables contradicteurs, dont les idées n'avaient pas pris cette direction, ont paru croire que j'avais choisi exprès les plus faibles nombres. Si j'avais agi ainsi, j'aurais perdu tout le bénéfice du puissant procédé que j'ai employé, et je n'aurais abouti qu'à me faire, à moi-même, une grossière illusion. La règle que j'ai suivie, lorsque je me trouvais en présence de plusieurs valeurs provenant d'une même méthode, c'était de prendre la dernière en date, parce qu'il y avait à présumer que le dernier venu aurait profité de l'expérience de ses devanciers ou bien aurait mis en œuvre des observations nouvelles.

» C'est ainsi que, pour la parallaxe déduite des observations de Mars, j'ai pris le nombre 8″,85 de M. Newcomb, et non le nombre antérieur 8″,94 de M. Stone. Si j'avais adopté ce dernier, ma parallaxe n'en aurait pas tant changé pour cela qu'on semble le croire en Angleterre : il m'aurait fallu l'augmenter de 0″,009. M. Stone me permettra-t-il de lui faire remarquer que, dans la même séance, M. Christie a donné lecture d'un Mémoire par lequel M. Gill présente 8″,78 comme un résultat certain des observations de Mars en 1877. Si l'on veut adopter ce dernier nombre, je devrai diminuer ma parallaxe de 0″,007, et, si l'on m'autorise à prendre la moyenne, je retombe sur mon nombre, à $\frac{1}{1000}$ de seconde près.

» De même, M. Neison me reproche d'avoir pris la moyenne des valeurs assignées par M. Airy et par M. Newcomb à la constante d'une inégalité lunaire. Je sais qu'il a fait sur ce point des recherches très approfondies ; mais il y a eu aussi quelques contradictions qui m'ont fait hésiter. J'ai finalement cru devoir m'en tenir aux nombres connus. Je suis loin pourtant de contester la réalité des corrections d'irradiation que M. Neison propose; mais, s'il fait varier d'une seconde la constante en question, ce qui n'est pas impossible, il en résultera un changement de $\frac{1}{1250}$ de seconde dans ma parallaxe.

» On m'a reproché aussi de n'avoir pas tenu compte d'une inégalité séculaire de 2″ dans le moyen mouvement de Mars, laquelle aurait échappé à Le Verrier. J'ai prié M. Tisserand, qui revoit en ce moment cette partie des travaux de notre illustre confrère, de me renseigner à ce sujet. J'en tiendrai compte avec plaisir, mais on peut être certain que l'effet sur ma parallaxe sera de l'ordre des autres corrections qu'on a en vue.

» J'invite même mes savants critiques à reprendre mon calcul, qui n'a pas le mérite d'être bien compliqué, mais qui a celui de trancher une question qu'on semble, chez nos voisins, désespérer de résoudre à moins de nouvelles lumières. J'ose annoncer d'avance qu'ils trouveront la même chose

que moi, dans les limites que j'ai assignées, même avec d'autres données, pourvu que ces données résultent de recherches indépendantes et impartiales sur l'objet que nous avons en vue. C'est qu'en effet, par la marche que j'ai suivie, la seule qui soit conforme à l'esprit scientifique et à la richesse inouïe de nos informations actuelles, la question ne porte plus sur le chiffre des dixièmes de seconde, mais sur celui des centièmes, et même, à mon avis, avis venu après coup, lorsque je contemplais avec quelque surprise le résultat de mon travail, ce n'est pas autour de 8″,82 que les résultats futurs oscilleront, mais autour de 8″,813.

» Je désire bien vivement de n'étonner personne par cette confiance, qui n'a rien d'excessif. Jetons en effet un coup d'œil rapide sur le passé.

» Les Français, les premiers, ont mesuré cette parallaxe par Mars, il y a plus de deux siècles, et trouvé 9″,5. Plus tard, les Anglais ont préconisé la méthode des passages de Vénus. On a trouvé 8″,58 (Encke) par ceux de 1761 et 1769. On aurait dû prendre la moyenne, ce qui aurait donné 9″,04, résultat incontestablement meilleur. Plus tard, les Anglais ont repris l'observation de Mars et trouvé 9″ environ. Il aurait fallu abandonner le premier résultat et prendre la moyenne de 9″ et de 8″,58, ce qui aurait donné 8″,79.

» Plus tard, Hansen appliqua une troisième méthode, celle de l'inégalité parallactique : il trouva 8″,96. On aurait dû combiner ces trois méthodes, parfaitement indépendantes l'une de l'autre : on aurait trouvé 8″,84.

» Plus tard Le Verrier adopta une parallaxe déduite de l'équation mensuelle de la Terre. Il aurait dû combiner les quatre méthodes et obtenir ainsi une moyenne plus probablement exacte qu'aucun résultat isolé.

» Je ne vois que M. André qui ait suivi cette marche si simple et essayé de combiner par voie de moyenne les cinq méthodes connues de son temps. Il a trouvé 8″,847. Mais depuis cette époque, c'est-à-dire dans le cours des dix dernières années, cinq méthodes nouvelles ont été appliquées. Il y en a dix aujourd'hui, et parmi elles de très inattendues et de très remarquables. Chacun de ces dix résultats est le fruit de centaines ou de milliers d'observations soignées, de dix natures différentes, faites à différentes époques par des centaines d'observateurs. De plus, ces dix méthodes sont absolument indépendantes les unes des autres. Les dix nombres auxquels ont abouti tant d'efforts, d'habileté, de science profonde sont entachés d'erreurs; mais ces erreurs ne dépassent pas certaines limites, $\frac{10}{100}$ ou $\frac{12}{100}$ de seconde environ; en outre, il est bien probable que ces dix erreurs ne sont pas toutes de même signe, tout le monde en conviendra : les unes sont

positives, les autres négatives. Qu'en résulte-t-il? Si vous faites la somme de ces dix résultats, les erreurs en plus et les erreurs en moins se compenseront en partie et, en divisant par 10 le résidu quel qu'il soit, on réduira encore l'erreur dans une forte proportion. Tout le monde sait cela; il n'y a pas d'observateur qui ne le pratique chaque jour dans des conditions bien moins favorables.

» Jamais on n'a vu dans aucune science, que je sache, une même constante déterminée par tant de méthodes différentes. Il n'y a donc pas à s'étonner qu'aujourd'hui la distance du Soleil à la Terre soit déterminée à $\frac{1}{880}$ de sa valeur, tandis qu'il y a vingt ans elle n'était pas connue à $\frac{1}{40}$; ce dont il faut s'étonner, c'est qu'on ait tant tardé à s'en apercevoir.

» En terminant, je réitère mon invitation à mes critiques anglais. Qu'ils veuillent bien reprendre mon calcul à leur façon, qu'ils corrigent mes dix nombres d'après de meilleurs renseignements, qu'ils prennent une moyenne brute ou qu'ils tiennent compte des poids : je me réjouis d'avance de leur surprise lorsqu'ils retrouveront au bout de leur plume mon résultat, amélioré de quelques millièmes de seconde, mais enfin mon résultat, si l'on veut bien me permettre d'appeler mien, tant qu'il sera contesté, le résultat final des travaux de tant d'hommes illustres et de tant d'habiles observateurs. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le nitrate de diazobenzol;* par MM. **Berthelot** et **Vieille** [1].

« 1. Le nitrate de diazobenzol est une matière explosive, solide, cristallisée, répondant à la formule

$$C^{12}H^4Az^2, AzO^6H;$$

le diazobenzol lui-même est un composé diazoïque, un nitrile dérivé de l'aniline et de l'acide nitreux :

$$C^{12}H^7Az + AzO^4H - 2H^2O^2.$$

C'est un corps type parmi les substances explosives, attendu qu'il représente le résidu de deux générateurs azotés, qui ont perdu, l'un son oxygène,

[1] Ce travail, exécuté pour la Commission des Substances explosives, est publié avec l'autorisation du Ministre de la Guerre.

l'autre une partie de son hydrogène, dans l'acte de la combinaison; mais une portion notable de l'énergie elle-même des éléments perdus par ces générateurs subsiste dans le résidu diazoïque : elle rend compte de son caractère explosif.

» Le nitrate de diazobenzol a été proposé comme amorce. Il est fort employé aujourd'hui, dans l'industrie, pour la fabrication des matières colorantes. Nous en avons étudié la chaleur de formation, la chaleur de détonation et la chaleur de combustion, la densité, ainsi que les pressions développées en vases clos; le tout conformément au programme général, adopté pour l'étude des matières explosives, et dont nous avons fait l'application précédemment au fulminate de mercure ([1]).

» L'aniline qui a servi à nos préparations nous a été fournie fort obligeamment par M. Coupier, dans un grand état de pureté : nous le prions de vouloir bien accepter ici nos remercîments.

» 2. *Stabilité.* — Le nitrate de diazobenzol, dans l'air sec et à l'abri de la lumière, a pu être conservé pendant deux mois et au delà, sans altération. Exposé à la lumière du jour, il devient rosé, puis s'altère de plus en plus, quoique lentement. Cette altération est bien plus marquée sous l'influence de l'humidité : le composé prend d'abord une odeur de phénol, avec une nuance spéciale, puis il se boursoufle, en devenant noir et en dégageant des gaz.

» Au contact de l'eau, il se détruit immédiatement, comme on sait, en dégageant de l'azote, du phénol,

$$C^{12}H^4Az^2, AzO^6H + H^2O^2 = C^{12}H^6O^2 + Az^2 + AzO^6H,$$

et divers autres produits.

» Le nitrate de diazobenzol est aussi sensible au choc que le fulminate de mercure : il détone sous le choc du marteau, ou par un frottement un peu énergique. Mais il est bien plus altérable que le fulminate sous l'influence de l'humidité et de la lumière.

» Par échauffement, il détone avec une violence extrême, à partir de 90°. Au-dessous, il se décompose peu à peu et sans détonation, lorsqu'il est chauffé par petites portions. Le nitrate de diazobenzol est bien plus sensible à l'échauffement que le fulminate de mercure, dont le point de déflagration, dans les mêmes conditions, est situé vers 195°.

» 3. *Densité.* — La densité du nitrate de diazobenzol a été trouvée égale

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 564.

à 1,37, au moyen du voluménomètre; soit un tiers de celle du fulminate. Une compression énergique et lentement exercée amène ce corps à une densité apparente voisine de l'unité.

» 4. *Composition.* — $0^{gr},500$, brûlés par détonation dans une atmosphère d'oxygène pur, ont fourni la dose théorique d'acide carbonique, à $\frac{1}{300}$ près (en moins). Il n'y avait ni oxyde de carbone, ni gaz combustible quelconque dans le résidu.

» 5. *Chaleur de combustion totale.* — Cette combustion avait été provoquée par l'ignition galvanique d'un fil fin de platine. Elle a dégagé, pour 167^{gr} ($1^{éq}$) : $+783^{Cal},9$ à volume constant (deux expériences); ce qui fait $+782^{Cal},9$ à pression constante :

$$C^{12}H^4Az^2,AzO^6H + 23O = 12CO^2 + 5HO + 3Az.$$

» 6. *Chaleur de formation* depuis les éléments. D'après le chiffre précédent :

$$C^{12}\,(\text{diamant}) + H^5 + Az^3 + O^6 = C^{12}H^4Az^2,AzO^6H,\ \text{absorbe}\ldots\ldots \quad -47^{Cal},4.$$

La formation de l'acide azotique, $Az + O^6 + H = AzO^6H$ liquide, dégageant d'ailleurs $+41^{Cal},6$; on a

$$C^{12} + H^4 + Az^2 + AzO^6H\,(\text{liquide}) = C^{12}H^4Az^2,AzO^6H\ \text{crist., absorbe}\ldots \quad -89^{Cal},0;$$

chiffre qui donne une notion plus exacte de la chaleur de formation du diazobenzol lui-même : encore faudrait-il le diminuer de la chaleur dégagée par la combinaison du diazobenzol avec l'acide nitrique.

» Mais le diazobenzol libre lui-même est un corps liquide, trop mal défini pour que nous ayons cru pouvoir l'étudier.

» Quoi qu'il en soit, de tels chiffres négatifs répondent aux propriétés explosives si caractérisées du composé.

» 7. *Chaleur de détonation.* — Nous désignons par là la chaleur dégagée par l'explosion pure et simple du nitrate de diazobenzol, explosion qui donne lieu à des produits complexes. On a opéré cette explosion au sein d'une atmosphère d'azote, dans la bombe d'acier précédemment décrite : le feu étant communiqué par l'ignition galvanique d'un fil fin de platine. On a trouvé (deux expériences concordantes), pour 167^{gr} : $+114^{Cal},8$; soit $+687^{Cal},7$ par kilogramme.

» 8. Le volume des gaz produits (volume réduit) était $817^{lit},8$ par kilogramme, ou $136^{lit},6$ par équivalent.

» Ces gaz ont offert la composition suivante, dans les conditions de nos expériences, qui sont celles d'une faible densité de chargement :

C^2AzH	3,2,	soit pour $136^{lit},6$	4,4
CO	48,65	»	66,4
C^2H^4	2,15	»	2,9
H	27,7	»	37,9
Az	18,3	»	25,0
	100,0		136,6

» On peut remarquer que dans cette décomposition explosive :

» 1° Il se forme une dose considérable d'acide cyanhydrique.

» 2° La totalité de l'oxygène, à un centième près, se retrouve sous forme d'oxyde de carbone; c'est-à-dire que le carbone prend tout l'oxygène et qu'il ne se forme pas d'eau dans la détonation.

» 3° Les trois quarts de l'azote seulement se dégagent à l'état libre, un quinzième à l'état d'acide cyanhydrique. Le surplus demeure confiné dans les produits charbonneux de l'explosion : une petite partie sous forme d'ammoniaque, comme il sera dit plus loin; mais la majeure partie (un demi-équivalent environ) sous la forme d'un composé azoté fixe et spécial.

» 4° L'hydrogène libre atteint presque trois équivalents et demi; un demi-équivalent forme du gaz des marais; un demi-équivalent, de l'ammoniaque et de l'acide cyanhydrique; et un demi-équivalent demeure uni au charbon.

» 5° La moitié du carbone exactement forme de l'oxyde de carbone. Un neuvième du surplus concourt à former l'acide cyanhydrique et le formène.

» 6° Le résidu solide renferme près de la moitié du poids du carbone. La composition brute de ce résidu n'est pas fort éloignée des rapports $C^{12}HAz$: c'est donc un charbon riche en azote et en hydrogène, ces éléments étant probablement unis entre eux sous forme de corps condensés et polymérisés.

» 7° Les gaz produits contiennent, d'après le calcul de l'analyse, 75,9 pour 100 du poids de la matière. L'expérience directe, faite par différence, c'est-à-dire d'après la perte de poids de l'appareil, a donné 75,6.

» 8° Le résidu solide se présente sous l'aspect d'un charbon réduit en poussière impalpable, très volumineux, à odeur ammoniacale.

» L'ammoniaque, dosée à froid dans ce résidu par le procédé Schlœsing, représentait $0^{gr},011$ par gramme d'explosif; dans les gaz eux-mêmes, on a trouvé : $0^{gr},0004$.

» 9. Le Tableau suivant résume ces résultats, rapportés à 1000 parties en poids :

Azote	libre	189,7	251,2
	sous forme de CyH	16,7	
	» AzH^3	9,2	
	combiné dans le charbon	35,6	
Oxygène sous forme de CO			287,6
Hydrogène	libre	20,5	29,9
	sous forme de C^2H^4	3,2	
	» CyH	1,2	
	» AzH^3	2,0	
	combiné dans le charbon	3,0	
Carbone	sous forme de CO	215,8	431,3
	» CyH	14,3	
	» C^2H^4	9,5	
	Charbon	191,7	
			1000,0

» 10. *Équation de décomposition.* — La réaction principale se réduit à

$$C^{12}H^4Az^2,AzO^6H = 6CO + 6C + H^5 + Az^3.$$

Mais un dixième environ du carbone non combiné avec l'oxygène demeure uni à l'hydrogène et à l'azote sous la forme gazeuse, en constituant du formène et de l'acide cyanhydrique; un tiers de l'hydrogène concourt à former ces gaz, ainsi que l'ammoniaque et les composés fixes; enfin un quart de l'azote concourt à former de l'ammoniaque, de l'acide cyanhydrique et un charbon azoté.

» 11. La décomposition pure et simple en oxyde de carbone et éléments libres aurait dû dégager $+201^{Cal},6$, d'après la chaleur de combustion totale, au lieu de $+114,8$ trouvés effectivement ; cela prouve que la formation des produits secondaires a absorbé $-86^{Cal},8$. Une telle absorption de chaleur résulte principalement de la formation du charbon azoté; la formation exothermique de l'ammoniaque et du formène compensant à peu près la formation endothermique de l'acide cyanhydrique.

» Ce fait est conforme au résultat général, d'après lequel les carbures peu hydrogénés et les matières charbonneuses retiennent une portion notable de l'énergie de leurs générateurs complexes; ils surpassent dès lors plus ou moins celle des éléments eux-mêmes. Cette remarque, faite d'abord par l'un de nous sur l'acétylène, est d'une application très étendue

dans les décompositions pyrogénées, et elle explique les conditions singulières dans lesquelles certains composés endothermiques prennent naissance, au moment même où l'échauffement détruit les composés organiques.

» 12. *Tensions en vase clos.* — Pour achever de définir l'explosion du nitrate de diazobenzol, il reste à mesurer les pressions développées par cette explosion.

» Nous avons exécuté cette mesure au moyen de *crusher* et conformément aux méthodes décrites à l'occasion du fulminate de mercure (*loco citato*, p. 569). Les résultats ont été les suivants :

Densité de chargement.	Poids de la charge.	Pression en kilogrammes par centimètre carré.	Pression avec le fulminate.
	gr	kg	kg
0,1	2,37	990	480
0,2	4,74	2317	1730
0,3	7,11	4581	2700

» Dans la dernière expérience faite avec le nitrate de diazobenzol, ce nitrate remplissait tout l'espace vide, et le tube d'acier a été fêlé.

» Ces pressions sont très supérieures à celles que développe l'explosion du fulminate, pour une même densité de chargement. Au contraire, le fulminate détonant dans son propre volume développerait une pression bien plus grande (44 000^{kg} au lieu de 15 000^{kg}, par centimètre carré), en raison de sa grande densité. Les effets de destruction devront donc différer avec les deux explosifs, suivant les densités de chargement. La grande vivacité du nitrate de diazobenzol le rend en tous cas plus dangereux; elle peut lui assurer certains avantages dans la pratique; mais la conservation de ce corps sous l'influence de la lumière ou de l'humidité est plus difficile.

» Nous poursuivrons cette comparaison méthodique des principaux agents explosifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau dérivé de la nicotine, obtenu par l'action du sélénium sur cette substance;* par MM. **A. Cahours** et **A. Étard**.

« I. Lorsqu'on traite la nicotine par du sélénium à 240°, il ne paraît, tout d'abord se produire aucune action, bien qu'une certaine quantité du métalloïde se dissolve manifestement dans le liquide et se précipite par le

refroidissement sous la forme d'une poudre noire qui apparaît au microscope comme formée de petites sphères vitreuses laissant passer une lumière rouge.

» Si l'on prolonge l'action et qu'on maintienne en une vive ébullition un mélange de 100gr de nicotine et de 20gr de sélénium, on ne tarde pas à voir le large tube à dégagement qui surmonte le ballon se remplir de cristaux blancs lamellaires, renfermant du sélénium et de l'ammoniaque. Ces cristaux peuvent être déplacés par sublimation; à une température voisine du rouge, leur vapeur se décompose en laissant un enduit de sélénium, tandis que de l'ammoniaque se dégage. Nous n'avons pas examiné plus complètement ces cristaux, à cause de leur odeur fétide et des maux de tête prolongés que provoque l'acide sélénhydrique.

» Dès que les cristaux dont nous venons de parler cessent de se produire avec quelque abondance, ou qu'on juge que l'action du sélénium est épuisée, on arrête l'opération, on décante à chaud pour séparer le sélénium qui pourrait rester, puis on distille. Il passe ainsi des huiles bouillant de 150° à 300° et au delà; il reste finalement dans la cornue des matières de nature goudronneuse. Les produits distillés contiennent encore du sélénium; pour les en débarrasser, on les additionne d'une solution de soude concentrée, puis on les soumet à la distillation dans la vapeur d'eau, en ayant soin de faire un premier changement de récipient dès que les eaux de condensation, au lieu d'être simplement troublées par des gouttes d'huiles légères tenues en suspension, deviennent franchement laiteuses. On continue la distillation tant que la vapeur entraîne des alcaloïdes.

» Les eaux distillées sont séparément épuisées par l'éther, après addition de soude; les solutions éthérées sont ensuite évaporées, puis le résidu soumis à une distillation fractionnée. Les produits de la première distillation aqueuse passent presque immédiatement à 205°.

» L'analyse nous a montré que le corps ainsi obtenu était une *hydrocollidine* $C^{16}H^{13}Az$, ainsi que l'établit l'analyse suivante :

	Expérience.		Théorie.
C	78,0	77,6	78,0
H	9,8	10,3	10,5
Az	11,8	12,1	11,4

» L'hydrocollidine est un liquide ambré, limpide, bouillant avec une grande régularité à 205°. Il est plus léger que l'eau, qui ne le dissout pas;

son odeur aromatique est très pénétrante, sa saveur est brûlante. Il se dissout dans l'alcool et l'éther, qui l'enlève à ses autres dissolutions.

» L'hydrocollidine est soluble dans les acides étendus, d'où la potasse la précipite.

» Le chlorure de mercure forme dans la dissolution de cette base un précipité blanc qui se redissout à chaud.

» *Chloraurate d'hydrocollidine* $C^{16}H^{13}Az, HCl, AuCl^3$. — Précipité jaune, fusible dans l'eau chaude, soluble à 100°, et se déposant par refroidissement en lames cristallines. Ce chloraurate laisse à la calcination 42,1 pour 100 d'or : la théorie donne 42,6.

» *Chloroplatinate d'hydrocollidine* $(C^{16}H^{13}AzHCl)^2PtCl^4$. — Précipité cristallin jaune orangé, soluble dans l'eau chaude, d'où il se dépose sous la forme de belles lamelles brillantes. Après une dessiccation prolongée à l'étuve à 100°, il laisse à la calcination 29,5 pour 100 de platine : la théorie donne 29,9.

» L'iode précipite les solutions d'hydrocollidine en rouge brun; le sulfate de cuivre, le ferro et le ferricyanure de potassium ne produisent aucun trouble. Le bichromate de potasse n'a pas d'action.

» L'alcaloïde retiré des eaux laiteuses dont il a été question plus haut a été trouvé identique avec l'isodipyridine, dont nous avons fait connaître les propriétés dans une Note précédente.

» Dans cette action du sélénium sur la nicotine, il se forme donc deux corps principaux, de l'hydrocollidine et de l'isodipyridine, accompagnés de matières résineuses non déterminées, en même temps qu'il se dégage de l'ammoniaque à l'état de combinaison sélénhydrique. C'est là un fait singulier et, à notre connaissance, nouveau, que nous signalons à l'attention des chimistes : le sélénium peut enlever de l'azote à une substance organique.

» Plusieurs interprétations peuvent s'appliquer à ce fait; voici celle qui nous paraît la plus vraisemblable. Le sélénium, agissant sur la nicotine comme le soufre, tend à lui enlever de l'hydrogène par voie de substitution et sous la forme d'acide sélénhydrique; il se produit ainsi de l'isodipyridine :

$$C^{20}H^{14}Az^2 + Se^4 = 2Se^2H^2 + C^{20}H^{10}Az^2.$$

» L'acide sélénhydrique prenant naissance dans cette réaction peut se fixer sur la nicotine non attaquée pour donner, sur un des azotes de cette molécule diacide, un sélénhydrate qui emporte un atome d'azote, le

groupement d'un séléniure ammonique pouvant présenter une stabilité plus grande que les affinités qui relient cet azote au reste de la molécule. En même temps, l'hydrogène sélénié devient une source d'hydrogène pour les transformations qui peuvent se faire ultérieurement.

» Du sélénhydrate de nicotine, que nous avons préparé en vue de vérifier ces idées, a été soumis à la distillation sèche et nous a donné les mêmes produits que le sélénium. L'hydrogène sélénié s'étant décomposé pendant cette distillation, avec mise en liberté de sélénium, on ne peut tirer de cette expérience aucune conclusion.

» Pour vérifier la stabilité de la nicotine et prouver que le départ de l'ammoniaque est bien dû à l'action du sélénium, nous avons maintenu pendant deux jours au réfrigérant ascendant, en pleine ébullition, une assez forte quantité de nicotine, sans constater aucune perte d'ammoniaque due à un commencement de décomposition.

» II. Nous avons fait voir dans de précédentes Communications que, lorsqu'on dirigeait des vapeurs de nicotine à travers un tube chauffé au rouge sombre, on recueillait dans un récipient annexé à ce tube une grande quantité de nicotine inaltérée, tandis qu'une autre partie s'était transformée en un mélange d'alcaloïdes pyridiques, parmi lesquels la collidine prédominait.

» Cette expérience, répétée dans un tube chauffé au rouge cerise, nous a encore donné une assez forte quantité de collidine, mais en même temps il se forme des goudrons épais qui diminuent les rendements d'une façon notable. Dans ces conditions, on ne recueille presque pas d'homologues inférieurs de la collidine.

» La collidine obtenue dans ces réactions bout à 170° et présente une telle tendance à la polymérisation, qu'à chaque nouvelle distillation, lorsqu'on la fractionne pour l'obtenir pure, on en perd une quantité notable, qui reste dans l'appareil distillatoire sous la forme d'une résine molle et peu colorée.

» Sur une vingtaine de collidines isomères que la théorie permet de prévoir, il n'y en a que trois jusqu'à présent qui soient connues avec certitude. La première en date est celle d'Anderson, passant à 179°; la deuxième est celle d'Ador et Baeyer, probablement identique avec celle de M. Wurtz, en raison du point d'ébullition, qui est de 175°-177°; la troisième, celle d'OEchsner, se différencie nettement des précédentes par son point d'ébullition élevé (195°-196°). On la trouve dans les produits de la distillation sèche d'un mélange de cinchonine et de soude. Jusqu'à présent la

constitution de la collidine bouillant à 175°-177° a seule été déterminée par Wisnegradsky, qui l'a trouvée identique à une *triméthylpyridine*, se basant sur le fait que, par oxydation, elle fournit un acide méthyldicarbopyridique

$$C^{10}H^{2}Az(C^{2}H^{3})(C^{2}O^{4}H)^{2}.$$

» Le point d'ébullition de notre alcaloïde ne s'accordant pas avec les précédents, nous avons essayé de déterminer sa constitution en l'oxydant.

» 16gr de collidine ont été introduits dans 4lit d'eau et additionnés d'une solution de permanganate de potasse, tant que celui-ci s'est décoloré. Le ballon dans lequel se faisait la réaction était placé dans un bain-marie maintenu à 50°-60°. Quand la coloration du permanganate, qui disparaît d'abord très rapidement, est devenue permanente, on a ajouté un peu d'acide sulfureux pour la détruire, puis on a filtré. Les eaux claires, évaporées à sec au bain-marie, laissent un résidu qui, repris par l'alcool, fournit des sels potassiques solubles. On chasse l'alcool et l'on traite la solution aqueuse de ces sels par un excès d'acétate de cuivre saturé à froid; il se forme alors immédiatement un précipité vert bleuâtre, insoluble dans l'eau, même à chaud, qu'on peut par suite laver complètement. Le précipité cuivrique décomposé par l'acide sulfhydrique et le sulfure de cuivre séparé par la filtration, on obtient un liquide parfaitement incolore qui, concentré au bain-marie, laisse déposer un acide cristallisé en fines aiguilles d'un blanc mat.

» Nous avons obtenu 9gr de cet acide pour lequel l'analyse a donné les nombres suivants :

	Expérience.	Théorie.
C........................	58,1	58,5
H........................	4,4	4,0

qui coïncident parfaitement avec ceux qu'exigerait un acide monocarbopyridique.

» L'azote a été constaté qualitativement par l'action de la potasse fondante, qui dégage de la pyridine.

» Les trois acides monocarbopyridiques possibles étant connus et décrits, il nous était d'ailleurs facile d'identifier le nôtre à l'un d'eux : nous avons trouvé qu'il jouissait de toutes les propriétés de l'acide nicotianique de Laiblin.

» Il fond à 232-233°. Il forme, dans une dissolution d'azotate d'argent, un précipité blanc, un peu soluble dans l'eau bouillante, qui cristallise très nettement.

» Ce sel renferme 47,4 pour 100 d'argent (théorie, 46, 9).

» L'acétate de plomb n'est pas précipité, à moins qu'il ne soit additionné d'ammoniaque, auquel cas on obtient un précipité cristallin.

» L'acétate de cuivre donne un précipité vert, insoluble.

» Le chlorure de platine ne forme de sel que par évaporation. Ce dernier se sépare sous la forme de cristaux parfaitement définis.

» Cet acide rougit le tournesol et possède une saveur aigre très manifeste; il est soluble dans l'eau chaude et peu soluble dans l'eau froide.

» Ces expériences établissent nettement que la collidine que nous avons obtenue est une des propylpyridines correspondant à la position isomérique encore inconnue de l'acide nicotianique.

» La théorie prévoit six collidines de cette espèce, trois normalpropylpyridines et trois isopropylpyridines. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les diviseurs des fonctions des périodes des racines primitives de l'unité.* Note de M. Sylvester.

« Soit p un nombre premier égal à $ef+1$; la fonction du $e^{\text{ième}}$ degré, dont les racines sont les e périodes entre lesquelles on peut distribuer les ef $p^{\text{ièmes}}$ racines primitives de l'unité, est ce que je désigne comme la fonction à e périodes par rapport à p.

» On connaît bien que p et un $e^{\text{ième}}$ résidu quelconque par rapport à p sont toujours diviseurs de cette fonction. Tout autre diviseur se nomme *diviseur exceptionnel* de la fonction. On sait que tout diviseur exceptionnel d'une fonction de périodes doit être contenu comme facteur dans le discriminant de cette fonction et, de plus, que pour les cas où $f=1$, ou $f=2$, ou $e=2$, il n'y a pas de facteurs exceptionnels. Si l'on en connaît davantage au sujet de ces facteurs exceptionnels, je n'en suis pas instruit. On ne trouve rien de plus dans le Livre classique de Bachmann (*Kreistheilung*, 1872) [1].

[1] Dans cet excellent Ouvrage, M. Bachmann démontre que, si Ω est la fonction à e périodes par rapport à p et q nombre premier qui est une $e^{\text{ième}}$ puissance résidu de p, la congruence $\Omega\equiv 0 \pmod{q}$ aura e racines réelles, mais, chose extraordinaire, omet de démontrer ou même de dire que la même chose a lieu pour la congruence $\Omega \equiv 0 \pmod{q^i}$, i étant un nombre entier positif quelconque. En effet, cette propriété de q (que *toutes* ses puissances sont diviseurs) est le *caractère distinctif* de la classe *principale* de diviseurs, non pas seulement pour les fonctions des périodes de racines d'unité par rapport à un nombre premier, mais aussi pour les fonctions cyclotomiques en général. Dans le cas que nous considérons, ni p ni aucun *diviseur exceptionnel* ne possède cette propriété.

» Or je trouve facilement, pour le cas de $e=3$, qu'il n'y a pas de facteurs exceptionnels, de sorte que tout diviseur premier de la fonction bien connue

$$\eta^3 + \eta^2 - \frac{p-1}{3}\eta + \ldots$$

est nécessairement ou p ou un résidu cubique de p. Pour $e=4$, la même chose n'a pas lieu.

» Quand $p=f^2+g^2$, où f est impair, si g est divisible par 4, mais non pas par 8, le nombre 2 divisera la fonction des quatre périodes, mais ne sera pas (comme on sait bien) un résidu biquadratique, mais seulement un résidu quadratique de p; de plus, si g n'est pas divisible par 4, tout nombre premier contenu dans $\frac{g}{2}$ sera un diviseur de la fonction des périodes, et, si ce nombre premier est de la forme $4i+3$, il sera seulement un résidu quadratique et non biquadratique de p. Pour $e=4$, il n'y a pas d'autres diviseurs exceptionnels au delà de ceux que j'ai donnés ci-dessus. En établissant ce fait, j'ai été amené à cette proposition curieuse, qu'il serait difficile (il me semble) d'établir par un autre genre de considérations, mais qui est indubitablement vraie, c'est-à-dire :

» Si $p=f^2+(2g)^2$ (p étant un nombre premier et g impair), *tout nombre contenu dans le nombre impair* $\frac{f^2+3g^2}{4}$ *est un résidu biquadratique de* p.

» Mais je passe à un théorème général, qui me paraît très intéressant et que voici :

» 1° *Si* e (le nombre des périodes) *est un nombre premier de la forme* $2^{2^x}+1$, *le nombre* 2 *ne peut pas être un diviseur exceptionnel de la fonction des* e *périodes.*

» 2° *Si* e *est un nombre premier, un facteur exceptionnel* K (si un tel cas peut exister) *doit entrer à la seconde puissance au moins comme facteur dans* $e-1$, *de sorte qu'on sait que, pour* $e=2, 3, 5, 7, 11, 17$, *il n'existe pas de diviseur de la fonction des* e *périodes en dehors de* p *et des résidus* $e^{\text{ièmes}}$ *de* p.

» Quand $e=19$, puisque $19-1$ contient 3^2, le théorème n'exclut pas la possibilité que 3 soit un diviseur de la fonction à dix-neuf périodes sans être une dix-neuvième puissance résidu de p. De même, quand $e=13$, le théorème ne dit rien sur le caractère du diviseur 2, dont le carré 4 est contenu dans 13. Cependant, je n'ai pas la moindre raison pour conclure que les diviseurs exceptés sont vraiment des facteurs exceptionnels.

» On doit regarder le cas où, e étant un nombre premier, $e-1$ con-

tient K^2, non pas comme un cas exceptionnel, mais comme un cas réservé pour un examen ultérieur. »

PHYSIQUE. — *Sur les densités de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote liquéfiés en présence d'un liquide sans action chimique sur ces corps simples.* Note de MM. L. CAILLETET et P. HAUTEFEUILLE.

« I. M. Pictet a tiré des données numériques de ses belles recherches sur la liquéfaction de l'oxygène une valeur approchée de la densité de ce corps à l'état liquide. Les résultats des calculs de ce savant portent à penser que l'oxygène liquide qu'il a obtenu possède une densité peu différente de celle de l'eau ([1]).

» De nombreuses déterminations numériques de la densité de liquides mixtes, contenant de l'oxygène, nous ont permis de calculer aussi la densité de l'oxygène liquide. Le calcul suppose que les deux éléments gardent leur volume respectif, qu'ils s'associent, comme le font l'acide carbonique et le cyanogène liquéfiés, sans se dilater et sans se contracter d'une façon sensible. L'indifférence chimique des corps sur lesquels nous avons opéré, la nécessité d'une pression énorme pour les maintenir en présence semblent autoriser ce mode de calcul. De plus, l'accord entre les déterminations faites en opérant sur des mélanges d'oxygène avec des corps différents, tels que l'acide carbonique et le protoxyde d'azote, montre que l'on obtient ainsi une première approximation au moins probable de la densité de l'oxygène liquide dans cet état particulier que lui communique un autre liquide en retardant sa vaporisation.

» Nos déterminations ont porté d'abord sur un liquide mixte, acide carbonique et oxygène, stable à $0°$ et sous une pression de 200^{atm}; il contenait 1 partie en poids d'oxygène pour 10 parties d'acide carbonique (1^{vol} d'oxygène gazeux pour 7^{vol} d'acide carbonique environ); il avait été obtenu par le procédé que nous avons décrit dans une Note précédente.

» Ce liquide, envisagé comme une dissolution d'oxygène dans l'acide carbonique liquéfié, serait sursaturé d'oxygène à un degré inconnu jusqu'ici. Il est plus compressible et plus dilatable que l'acide carbonique pur liquéfié à la même température et sous la même pression; l'oxygène qui concourt à le former est donc très compressible et très dilatable : les densités

([1]) *Voir* le Mémoire de M. Pictet (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, p. 145) et la Note sur la densité de l'oxygène liquide de M. Offret (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIX, p. 271.

de l'oxygène dans le liquide varieront beaucoup non seulement avec la température, mais encore avec la pression, ainsi qu'on peut le constater en comparant les nombres de la cinquième colonne du Tableau suivant :

Température.	Pression.	Densité du liquide mixte.	Densité de l'acide carbonique liquéfié.	Densité de l'oxygène dans le liquide.	Observation.
0°	200 atm	0,972	1,039	0,58	Les densités du liquide mixte et de l'acide carbonique liquéfié sont déduites des volumes apparents occupés par ces liquides dans un tube en cristal à paroi très épaisse (¹).
	275	1,011	1,067	0,65	
	300	1,028	1,074	0,70	
−23°	200	1,080	1,120	0,84	
	275	1,117	1,146	0,88	
	300	1,123	1,151	0,89	

» En opérant sur un mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène à une pression de 300^{atm}, nous avons trouvé, pour les densités calculées de l'oxygène liquéfié en présence du protoxyde d'azote, 0,65 à 0° et 0,94 à − 23°. L'écart entre ces densités et celles indiquées dans le Tableau ne dépasse pas sensiblement celui que nous avons constaté entre les valeurs numériques de séries différentes d'un même liquide mixte (²).

» II. Le liquide mixte contenant de l'acide carbonique et de l'azote jouit des propriétés physiques signalées pour l'acide carbonique et l'oxygène liquéfiés. La compressibilité et la dilatabilité sont du même ordre de grandeur pour ces deux liquides complexes. Les densités de l'azote dans ce liquide sont beaucoup plus petites en valeur absolue que celles trouvées pour l'oxygène; en effet, on a les nombres suivants :

Température.	Pression.	Densité de l'azote dans le liquide mixte.	Observation.
0°	275 atm	0,37	Ces déterminations ont été faites sur un mélange contenant 1^{vol} d'azote pour $11^{vol},36$ d'acide carbonique.
	300	0,38	
−23°	200	0,41	
	250	0,42	
	275	0,43	
	300	0,44	

(¹) Les poids d'acide carbonique et d'oxygène liquéfiés s'obtiennent facilement, le réservoir et le tube capillaire ayant été jaugés et remplis successivement d'acide carbonique et d'oxygène sous des pressions déterminées et à une même température. Le réservoir était pour cela mastiqué au tube capillaire d'un robinet à trois voies, qui permettait, grâce à une disposition facile à imaginer, de faire le vide ou d'introduire les gaz.

(²) L'attaque du mercure au contact de ces liquides mixtes est assez rapide pour fausser les résultats, si les mesures ne sont pas faites rapidement.

» III. Le liquide mixte d'acide carbonique et d'hydrogène s'obtient par les mêmes procédés que les deux précédents.

» Les déterminations qui ont permis de calculer les densités de l'hydrogène dans ce liquide ont été faites sur le système liquide homogène obtenu en abaissant de + 31° à 0° la température d'un mélange gazeux, formé de 1^{vol} d'hydrogène et de 8^{vol} d'acide carbonique, pendant qu'il est soumis à une pression de 275^{atm}.

Température.	Pression. atm	Densité de l'hydrogène liquéfié en présence de l'acide carbonique.
0°	275	0,025
	300	0,026
— 23°	275	0,032
	300	0,033

» Il est possible de se procurer un liquide notablement plus chargé d'hydrogène que celui employé pour fixer ces densités : il suffit pour cela d'opérer la condensation à une température inférieure à 0°; mais alors une partie de l'hydrogène reprend très facilement l'état gazeux, et il est difficile de fixer le volume occupé par le liquide homogène à deux températures aussi fixes que celles de la glace fondante et de l'ébullition du chlorure de méthyle (— 23°).

» L'acide carbonique liquéfié augmente beaucoup de volume ($\frac{1}{6}$ environ) lorsqu'on lui fait absorber un poids d'hydrogène qui représente une faible fraction du poids de l'acide carbonique ($\frac{4}{1000}$ environ), et cette proportion si minime en poids suffit pour modifier la dilatabilité, la compressibilité et le point critique de cet acide, tandis qu'elle est insuffisante pour lui faire acquérir une conductibilité électrique même faible.

» IV. Les densités de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène liquéfiés, prises à deux températures sous une même pression, permettent de constater que les coefficients de dilatation de ces corps sont assez peu différents pour que ces densités soient sensiblement dans les mêmes rapports à 0° et à — 23°. Les densités ont donc été prises à des températures et à des pressions pour lesquelles ces liquides sont comparables entre eux; elles permettent de calculer les rapports des volumes atomiques de ces trois corps.

» Ces volumes atomiques sont 17 pour l'oxygène, 30,3 pour l'hydrogène et 31,8 pour l'azote, si l'on divise chacun des poids atomiques de ces corps (O = 16, H = 1, Az = 14) par sa densité à — 23° (0,89, 0,033 et 0,44).

» L'oxygène, l'hydrogène et l'azote gazeux s'écartent très inégalement de la loi de Mariotte aux pressions employées dans nos expériences (275^{atm}, 300^{atm}), et il n'y a plus, dans ces conditions, de rapports simples entre les poids atomiques de ces gaz et leurs densités. Mais il suffit, ainsi que nous l'avons fait, de déterminer le changement d'état par abaissement de température en présence d'un gaz facilement liquéfiable, pour que l'on constate une fois de plus que ce que M. Dumas a appelé le *volume atomique d'un corps* est une donnée qui peut servir à mettre en évidence une relation positive entre sa densité et son poids équivalent. Si, comme le pense M. Stas ([1]), on ne peut se fonder sur une *loi de condition* pour la détermination du vrai rapport des poids atomiques, les volumes atomiques perdent de leur importance; la loi de Dulong et Petit même ne conserve la sienne que pour les gaz parfaits. Cependant les volumes atomiques, que nous avons calculés, méritent, même à ce point de vue, de fixer l'attention, car ils fournissent des nombres qui sont sensiblement égaux quand ils ne sont pas doubles des volumes atomiques assignés à leurs isomorphes.

» Le volume atomique de l'azote à — 23° ([2]) est à peu près le double de celui du phosphore; ces volumes seraient à peu près égaux si l'on prenait pour poids atomique du phosphore 62,8, c'est-à-dire la densité de sa vapeur rapportée à l'hydrogène.

» De même le volume atomique de l'hydrogène à — 23° est un peu supérieur au double du volume atomique du magnésium, auquel M. Dumas a déjà comparé l'hydrogène. Si l'expérience apprend que le magnésium à l'état de vapeur possède une densité quarante-huit fois plus grande que celle de l'hydrogène, l'anomalie observée dans la famille de l'azote tant à l'état gazeux qu'à l'état liquide et attribuée au dédoublement de la molécule de l'azote se reproduirait avec les mêmes caractères dans la famille dont l'hydrogène est le premier terme.

» Les volumes atomiques de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène liquéfiés diffèrent beaucoup, ainsi qu'on devait s'y attendre, de ceux qu'on a déduits des volumes moléculaires des combinaisons dans lesquelles ces corps simples sont engagés. On sait que M. Kopp a donné plusieurs volumes atomiques pour les corps qui nous occupent. Les déterminations nu-

---

([1]) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. L, n° 12; 1880.

([2]) Cette température n'est pas assez basse pour que les volumes atomiques de l'oxygène et du soufre soient égaux : nous avons trouvé pour le volume atomique de l'oxygène 17; on admet pour celui du soufre 16.

mériques, que nous venons d'effectuer dans le laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure, combinées avec celles de ce savant, permettront de se rendre compte des contractions corrélatives des principales combinaisons de ces corps entre eux ou avec ceux des autres éléments qui sont connus à l'état liquide ou à l'état solide. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Kuhlmann*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. de Gasparin obtient.	41	suffrages.
M. Demontzey »	3	»
M. Grandeau »	3	»

Il y a un bulletin blanc.

M. DE GASPARIN, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1881.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Barbier : MM. Gosselin, Bussy, Vulpian, baron Larrey et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouillaud et Cloquet.

Prix Alhumbert (Physiologie des Champignons) : MM. Duchartre, Decaisne, Van Tieghem, Trécul et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Pasteur.

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Trécul, Van Tieghem, Decaisne et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Cosson.

Prix Thore : MM. Blanchard, Duchartre, de Quatrefages, Decaisne et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Van Tieghem et Trécul.

Prix Bordin [Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), etc., etc.] : MM. Decaisne, Van Tieghem, Chatin, Duchartre et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul et Boussingault.

Prix Bordin (Étude comparative de la structure et du développement du liège, et en général du système tégumentaire, dans la racine) : MM. Van Tieghem, Duchartre, Chatin, Trécul, Decaisne réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Naudin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Du déplacement d'une figure de forme invariable dans son plan.* Mémoire de M. **Dewulf**, présenté par M. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, Bouquet, Jordan.)

« *Sur une droite issue du centre instantané de rotation* o, *les points décrivants* a *et les centres de courbure* α *de leurs trajectoires forment deux divisions projectives dont les points doubles se confondent au centre instantané de rotation.*

» De ce théorème on déduit immédiatement les conséquences suivantes :

» Le centre instantané de rotation est le seul point réel du plan dont la trajectoire a un rayon de courbure nul (théorème connu).

» Le lieu géométrique des points dont les trajectoires ont leurs centres de courbure à l'infini et le lieu géométrique des centres de courbure des trajectoires des points de la droite de l'infini sont deux circonférences égales et symétriques par rapport au centre instantané (théorème connu).

» La trajectoire d'un point quelconque de la tangente commune au cercle des inflexions et au cercle des centres a son centre de courbure au centre instantané.

» Le lieu géométrique des points du plan dont les trajectoires ont un rayon de courbure nul se compose des deux droites isotropes issues du centre instantané (théorème connu).

» Le lieu géométrique des points du plan dont les trajectoires ont un rayon de courbure minimum est le cercle de roulement.

» Le lieu géométrique des centres de courbure des points du cercle de roulement est un cercle égal et symétrique par rapport au centre instantané.

» Le lieu géométrique des centres de courbure des trajectoires des points d'une droite *ab* est une cubique qui se décompose en la perpendiculaire abaissée sur *ab* du centre instantané et une conique osculée, au centre instantané, par la circonférence des centres (théorème en partie connu).

» La droite *ab* est toujours une sécante idéale de la conique, et les extrémités de la corde idéale sont les droites isotropes issues du centre instantané.

» Si d'un point quelconque *s* de la circonférence décrite du point *l* comme centre (*l* est le pied de la perpendiculaire abaissée de *o* sur *ab*), avec *lo* comme rayon, dans un plan perpendiculaire au plan *aob*, on projette la conique correspondante à *ab* sur un plan parallèle à *sab* mené par le point *o*, on obtient toujours une circonférence égale à la circonférence des centres.

» Le lieu géométrique des centres de courbure des trajectoires des points d'une droite *ab* est une conique homologique du cercle des centres, le centre d'homologie étant le centre instantané de rotation et l'axe d'homologie la parallèle à *ab* menée par ce centre.

» Les lieux géométriques des centres de courbure des trajectoires des points de toutes les droites du plan forment un réseau de coniques toutes osculées par le cercle des centres au centre instantané.

» Les lieux géométriques des points décrivants tels que les centres de courbure de leurs trajectoires soient en ligne droite forment un réseau de coniques toutes osculées, au centre instantané, par le cercle des inflexions.

» Le lieu géométrique des points tels que les centres de courbure de leurs trajectoires se trouvent sur une droite $\alpha\beta$ est une conique homologique du cercle des inflexions, le centre d'homologie étant au centre instantané et l'axe d'homologie étant la parallèle à $\alpha\beta$ menée par ce centre. Cette conique est osculée par le cercle des inflexions.

» Si une courbe de l'ordre n qui ne passe pas par le centre instantané de rotation se déplace dans son plan, le lieu géométrique des centres de courbure des trajectoires de ses points est une courbe unicursale de l'ordre $2n$, ayant, au centre instantané, un nœud d'osculation à n branches, où le cercle des centres est n fois osculateur.

» Le lieu géométrique des points tels que les centres de courbure de

leurs trajectoires se trouvent sur une courbe de l'ordre n qui ne passe pas par le centre instantané est une courbe unicursale de l'ordre $2n$, ayant, au centre instantané, un nœud d'osculation à n branches, où le cercle des inflexions est n fois osculateur.

» Une droite ab, mobile dans son plan, enveloppe une courbe E; la longueur de cette droite est définie par les courbes sur lesquelles doivent se trouver a et b. Les normales aux trajectoires des différents points de ab, ces points divisant chacun dans un rapport constant le segment déterminé sur ab par les courbes (a) et (b), enveloppent une parabole (P), et les tangentes aux mêmes trajectoires enveloppent une parabole (P'). Les paraboles (P) et (P') ont le même foyer, sont tangentes à ab, etc.

» Le lieu géométrique des centres de courbure des trajectoires des points à l'infini des tangentes à (P) est le lieu géométrique des sommets des angles droits circonscrits à la parabole (P) et à une autre parabole dont l'axe est perpendiculaire à celui de (P).

» Le lieu géométrique des centres de courbure des trajectoires des points de la droite ab se compose d'une cubique unicursale, de la droite ab et de la normale à l'enveloppe de cette droite en son point de contact avec elle. »

PHYSIQUE. — *Sur le rendement des piles secondaires.* Note de M. É. Reynier.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Le travail par piles secondaires comprend deux phases : la *charge* de l'accumulateur par l'action d'une source électrique extérieure, et sa *décharge* dans le circuit exploïté. Chacune de ces opérations comporte une perte. Nous allons chercher l'expression du rendement.

» Supposons d'abord que le travail à obtenir consiste en une production de chaleur dans une résistance fixe, une lampe à incandescence par exemple.

» Nous avons à considérer :

E_0, la force électromotrice *initiale* de la source;
R_0, sa résistance;
E, la force électromotrice de la pile secondaire;
R, sa résistance;
E_1, la différence de potentiel aux deux extrémités du conducteur exploité;
R_1, la résistance de ce conducteur;
t, le temps de la charge;
t_1, le temps de la décharge.

» Le travail T_0 dépensé pour *charger* sera (en supposant constant le régime de charge),

(1) $$T_0 = E_0 \frac{E_0 - E}{R_0 + R} t.$$

Le travail T *utilisé* dans la résistance exploitée sera

(2) $$T = \frac{E_1^2}{R + R_1} t_1.$$

» Pour trouver le rapport de ces deux travaux, il faut exprimer t_1 en fonction de t. On y parvient en considérant que la quantité d'électricité Q est la même dans les circuits de charge et de décharge [1], et que cette quantité est proportionnelle aux produits des intensités des courants par les temps, d'où l'équation

$$\frac{E_0 - E}{R_0 + R} t = Q = \frac{E_1}{R + R_1} t_1,$$

d'où

(3) $$t_1 = \frac{t \dfrac{E_0 - E}{R_0 + R}}{\dfrac{E_1}{R + R_1}}.$$

» En substituant à t_1 sa valeur dans l'expression (2), cette expression devient

(4) $$T = \frac{\dfrac{E_1^2}{R + R_1} \dfrac{E_0 - E}{R_0 + R} t}{\dfrac{E_1}{R + R_1}} = E_1 \frac{E_0 - E}{R_0 + R} t,$$

d'où le rendement

(5) $$\varphi = \frac{T}{T_0} = \frac{E_1}{E_0}.$$

» Le rendement est donc exprimé par le rapport entre la différence de potentiel aux deux bouts de la résistance exploitée et la force électromotrice initiale de la source d'électricité; il est indépendant des résistances et des valeurs des temps de charge et de décharge.

» J'ai supposé que le travail à produire était l'échauffement d'une résistance; si le courant de décharge travaillait dans un circuit qui fût le siège d'une force électromotrice, dans un moteur électrique par exemple,

[1] Au point de vue pratique, ce fait réclame une vérification expérimentale.

l'expression du rendement ne serait pas altérée. Mais il ne faudrait pas prendre pour valeur de E_1 la différence de potentiel aux deux bornes du moteur, car E_1 doit exprimer la force électromotrice inverse du moteur à l'origine de l'induction.

» On aurait pu arriver directement à l'expression du rendement en posant d'emblée

$$T_0 = QE_0 \quad \text{et} \quad T = QE_1,$$

d'où

$$\varphi = \frac{T}{T_0} = \frac{E_1}{E_0}. \tag{5}$$

Mais les développements précédents font voir comment les résistances s'éliminent de l'expression finale; ils nous donnent les valeurs respectives et relatives des temps de charge et de décharge, et nous montrent que, si les résistances n'agissent pas sur le rendement final, elles influent sur les temps et, par conséquent, sur les valeurs des travaux dépensés et récupérés dans l'unité de temps.

» Dans la pratique, les résistances des circuits doivent donc être prises en considération. C'est à cause de sa très faible résistance intérieure que la pile secondaire de M. Faure ([1]) permet d'obtenir un rendement de 80 pour 100, avec des régimes de charge et de décharge avantageux. En effet, les constantes de la pile Faure sont, pour le petit modèle de $7^{\text{kg}},500$,

$$E = 2^{\text{volts}},15,$$
$$R = 0^{\text{ohm}},006;$$

faisons

$$E_0 = E.1,1 = 2^{\text{volts}},36,$$
$$E_1 = E.0,9 = 1^{\text{volt}},93,$$
$$R_0 = R = 0^{\text{ohm}},006,$$
$$R_1 = R.9 = 0^{\text{ohm}},054.$$

» Le travail dépensé pendant la charge sera

$$\frac{E_0^2 - EE_0}{g(R_0 + R)} = 4^{\text{kgm}},21$$

par seconde et par couple, régime qui permettrait de saturer la pile dans un temps de charge beaucoup plus court que celui dont on disposera habituellement.

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 18 avril 1881.

» Le travail *récupéré* par seconde et par couple pendant la décharge sera égal à

$$\frac{E_1^2}{g(R + R_1)} = 6^{kgm}, 3.$$

» Quant au *rendement*, il est, dans ces conditions, égal à

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{0,9}{1,1},$$

soit 81 pour 100. »

M. Mascart informe l'Académie que, pour prendre part à une entreprise internationale d'observations simultanées sur le magnétisme terrestre et la physique du globe, M. l'amiral Cloué, ministre de la Marine, organisera probablement une expédition dans les îles voisines du cap Horn. Il exprime le vœu que les Missions chargées d'observer le Passage de Vénus, et dont le départ aura lieu à la même époque, fassent également des observations magnétiques.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. Fréd. Romanet du Caillaud transmet à l'Académie des graines de deux espèces de vignes chinoises découvertes en 1872 par M. l'abbé Armand David dans la province de Chen-si. (Extrait.)

« D'accord avec M. Armand David, j'ai nommé l'une *Spinovitis Davidi* R. et l'autre *Vitis Romaneti* R. Ces deux vignes croissent dans des terrains granitiques.

» A la différence de ce qui a lieu au Tche-ly pour la *Vitis Amurensis*, elles ne sont, de la part des Chinois, l'objet d'aucune culture. Cependant, quoique à l'état sauvage, elles produisent des fruits transformables en vin. Ce vin a une saveur aromatique, analogue à celle de la framboise.

» La *Spinovitis Davidi* est une vigne épineuse. Elle se trouve dans la vallée de Lao-Yu, par environ 34° lat. N. et 106° long. E. La vallée est ouverte du côté du nord.

» La *Vitis Romaneti* a été découverte près du village de Ho-chen-miao, par environ 34°40′ lat. N. et 105° long. E., à une altitude de près de 1400^m. Elle croît dans un sol exclusivement granitique, peuplé de nombreux fraisiers sauvages, au milieu de forêts où domine l'essence chêne, mais où se rencontrent encore les cerisiers et les châtaigniers sauvages, les ormes, les charmes, les bouleaux.... Le versant des montagnes de son habitat est exposé au midi.

» Au moment où M. David visita les parties du Chen-si dont ces vignes sont indigènes, le sol était couvert de neige. Dans la région de la *Spinovitis Davidi*, la neige a commencé à paraître vers la mi-novembre; dans celle de la *Vitis Romaneti*, elle n'était pas entièrement fondue le 8 mars.

» J'ai déjà semé ou fait semer des graines de ces vignes en différents départements. J'espère qu'elles germeront et que ces vignes pourront être acclimatées en France. Si l'on y réussit et qu'elles puissent résister au Phylloxera, leur culture pourra, je crois, être précieuse, surtout pour les terrains granitiques. »

(Renvoi à l'examen de M. Decaisne.)

M. **J. Vinot** soumet au jugement de l'Académie une lunette qu'il a construite en appliquant une idée que lui a suggérée M. Caussin.

« L'invention de M. Caussin, écrit M. Vinot, consiste à regarder l'image fournie par une lunette avec une autre lunette de même puissance ou de puissance différente. Je présente une lunette achromatique de 150 diamètres, définissant très bien les cirques lunaires et ne coûtant que 3^{fr}. »

(Commissaires : MM. Fizeau, Villarceau, Cornu.)

M. **G. Muller** adresse, de Sion, une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J. Brunet** adresse une Lettre destinée au Concours du prix Bréant.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume des « Annales de l'Observatoire de Paris », contenant les Observations de 1878. (Présenté par M. Mouchez).

2° Une Brochure de M. *G.-A. Hirn*, intitulée « Explication d'un paradoxe d'Hydrodynamique ».

3° La seconde édition de l'Ouvrage de M. *Ch. de Freycinet*, portant pour

titre : « De l'Analyse infinitésimale. Étude sur la métaphysique du haut calcul. »

4° Un Ouvrage intitulé : « Conférences de l'Association scientifique de France à la Sorbonne pendant les années 1878, 1879, 1880. Comptes rendus, par M. *H. Grignet.* » (Présenté par M. Milne Edwards.)

M. **Bertrand** fait hommage à l'Académie, au nom de M. le prince *Boncompagni,* de la Livraison de juin 1880 du *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche.*

Ce numéro contient : 1° la fin de l'étude que M. Boncompagni publie sur le Traité d'Arithmétique du *P. Smeraldo Borghetti Lucchese;* 2° une Notice de M. *Narducci* sur les livres mathématiques possédés par la Bibliothèque d'Alexandrie et que n'a pas cités le comte Giovanni Maria Mazzuchelli dans son Ouvrage intitulé « Gli scrittori d'Italia ». Cette Livraison contient une Table étendue des publications récentes en toutes langues.

ASTRONOMIE. — *Observations des satellites de Saturne, faites à Toulouse en* 1879 *et* 1880. Communiquées par M. **B. Baillaud.**

« Les observations des satellites de Saturne ont été presque impossibles en 1879, par suite de la position défavorable de l'anneau; en 1880, des observations nombreuses ont été faites dans un intervalle de temps assez court. Nous avons obtenu, en particulier, quatorze observations de Mimas et treize d'Encelade. Conformément au vœu exprimé par M. Marth dans les *Astronomische Nachrichten,* nous nous sommes efforcé d'observer Mimas à l'une des tangentes à l'anneau. Nous y avons réussi trois fois; mais nous considérons l'observation comme trop difficile pour que l'on puisse affirmer qu'elle soit beaucoup plus précise que celle d'une élongation; nous ne pourrons, du moins, nous prononcer qu'après avoir répété cette observation un certain nombre de fois. L'incertitude indiquée par l'observateur est d'environ 4^m à 5^m. Dans le Tableau suivant, les deux premières colonnes renferment les dates des observations; la troisième, l'indication de la nature du phénomène observé, E et W désignant des élongations est et ouest, NE, NW, SE, SW les passages aux tangentes à l'anneau; la quatrième renferme les heures des observations en temps moyen de Toulouse; la dernière, l'initiale du nom de l'observateur (P, Perrotin; F, Fabre; J, Jean; S-B, Saint-Blancat; B, Baillaud).

MIMAS.

				h m s	
1880.	Sept.	24...	W	13.55. 1	B
		26...	W	11.12.15	B
		27...	W	9.42.54	B
		28...	W	8.27.32	B
		28...	SW	11. 0.33	B
		29...	SW	9.51.11	B
	Oct.	1...	E	15.40.58	B
1880.	Oct.	31...	W	8.17. 9	B
	Nov.	1...	W	6.59.40	B
		13...	W	12.58.17	F
		23...	E	10.33.13	F
		25...	NE	10.23.50	F
	Déc.	18...	W	10. 1. 7	F
		19...	W	8 42.33	S-B

ENCELADE.

				h m s	
1879.	Oct.	13...	SW	12. 1. 6	P
1880.	Sept.	1...	NE	14.45.23	B
		27...	NE	15.16.26	B
		28...	SW	7.45.32	B
		28...	SE	14.40. 4	B
		30...	NE	9. 8.48	F
	Oct.	1...	SE	8.24.26	B
1880.	Oct.	2...	SW	10.37. 4	B
		3...	NW	9.49.11	S-B
	Nov.	13...	NW	11.52.18	F
		22...	SE	9.28.30	F
	Déc.	15...	SW	10.18.52	F
		18...	SE	10.23. 7	F
		20...	NE	5.26.30	F

TÉTHYS.

				h m s	
1879.	Oct.	5...	NW	13.57.16	P
		6...	SE	12.34.15	P
		7...	NW	11.11.14	P
		8...	SE	9.52.12	P
		19...	SW	10.27. 1	P
1880.	Juill.	29...	NE	15.18.11	J
		31...	NE	12.25. 5	F
	Août	4...	NW	14.33. 0	J
	Sept.	3...	NE	11.50.40	B
		24...	NW	13.21. 1	B
		26...	NW	10.46.45	B
		27...	SE	9.37.24	B
1880.	Sept.	28...	NW	8. 6.32	B
	Oct.	3...	NE	16.40.11	S-B
		30...	NW	10. 6.51	J
		31...	SE	8.35. 9	B
	Nov.	1...	NW	7.16.40	B
		13...	SW	6.41. 4	B
		13...	SE	13.43.16	F
	Déc.	15...	SW	8.46.11	B
		16...	NE	7.14.27	B
		17...	SW	5.52.27	F
		19...	SE	10.25. 3	S-B

DIONE.

				h m s	
1880.	Sept.	23...	SE	8. 5.50	B
		24...	NE	9. 2. 0	B
		27...	NW	10.31.24	B
1880.	Sept.	28...	SW	11.15. 3	B
	Oct.	1...	SE	13. 3.58	B
	Déc.	15...	SE	10.42.52	F

RHÉA.

				h m s	
1880.	Juill.	31...	NE	16.54. 7	J
	Sept.	3...	SW	13.41.45	B
		28...	NE	9.18.32	B
		30...	SW	15.54.49	B
	Oct.	16...	NE	10.51.50	B
1880.	Oct.	16...	NE	10.53. 5	F
		21...	NW	8.34.56	B
		30...	NW	9.18.41	J
	Nov.	1...	SW	6. 4.40	B
		26...	NW	11.21.14	J

» L'observation de Rhéa, NE, faite par M. Fabre, l'a été au petit télescope de $0^m,33$.

» L'observation d'Encelade, NE, le 27 septembre, et celle d'Encelade, SE, le 28, ont été très difficiles, les images étant mauvaises. Cette remarque ne s'applique pas aux autres observations faites les mêmes jours.

» La comparaison de nos observations à l'éphéméride de M. Marth montre que la correction de la position de Mimas a varié, en trois mois, d'environ 45 minutes. »

ASTRONOMIE. — *Observations, éléments et éphéméride de la comète a 1881 (découverte par M. Lewis Swift le 31 avril)*; par M. Bigourdan. Présentés par M. Mouchez.

Dates. 1881.	Étoiles de compa-raison.	Gran-deur.	Ascension droite. ☄ — ⋆.	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ⋆.	Déclinaison. Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Mai 5....	*a*	9	+ 2. 3,88	— $\bar{1}$,663	— 2.7,6	+ 0,787
7....	*b*	9	+ 5.41,63	— $\bar{1}$,647	— 4.8,6	+ 0,808

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles.	Ascension droite moyenne. 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne. 1881,0.	Réduct. au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Mai 5....	*a* 403 Weisse H. O.	0.17.15,29	+1,06	+32.21.1,3	—0,9
7....	*b* 498-9 »	0.21. 7,87	+1,07	+30.14.3,1	+1,4

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mai 5........	14.48.32	0.19.20,23	+32.18.52,8	4 : 6
7........	14.33.17	0.26.50,57	+30. 9.55,9	18 : 24

» De ces deux observations et de celle du 2 mai, de M. Lohse, j'ai déduit les éléments suivants :

$$T = 1881, \text{ mai } 21{,}0613, \text{ t. m. de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \varpi &= 297°54'43'' \\ \Omega &= 119°24'\ 5'' \\ i &= 81°40'56'' \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe moyen, 1881,0.}$$

$$\log q = \bar{1},75568$$

Mouvement direct.

Représentation de l'observation moyenne.

En longitude....................	(O — C) cos β	+ 1',0
En latitude......................	O — C	— 1',1

Éphéméride pour 12h, t. m. de Paris.

Date 1881.	Ascension droite. h m s	Déclinaison. ° ′	Temps d'aberration. m s	Éclat.
Mai 12...........	0.48. 7	+24. 5,0	8. 2,1	2,01
16...........	1. 8.49	+18.19,6	7.28,1	2,39
20...........	1.32.50	+12. 0,4	7.12,5	2,65
30...........	2.45. 0	+ 3, 7	»	2,33
Juin 9...........	4. 0	—14, 8	»	1,31
19...........	5. 2	—20, 4	»	0,65
29...........	5.50	—22, 9	»	0,33
Juillet 9..........	6.26	—24, 1	»	0,20
Août 28...........	8. 2	—28, 6	»	0,03

» L'éclat de la comète au 30 avril est pris pour unité.

» La comète se rapproche du Soleil tant en ascension droite qu'en déclinaison, de sorte que la durée de son apparition sera très courte pour l'hémisphère nord. Mais en juin et juillet elle sera peut-être visible pour les observateurs de l'hémisphère sud, à cause de la déclinaison australe qu'elle aura alors. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations différentielles.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

« Je me propose d'examiner le système d'équations que voici,

$$\frac{d(u_1+u_2)}{dx} = u_1 u_2, \quad \frac{d(u_2+u_3)}{dx} = u_2 u_3, \quad \frac{d(u_3+u_1)}{dx} = u_3 u_1,$$

et qui jouit d'une singulière propriété d'invariance. Si l'on désigne, en effet, par a, b, a', b' des constantes, et que l'on pose

$$\beta = \frac{a\alpha+b}{a'\alpha+b'},$$

$$u_s = -\frac{2a'}{a'\alpha+b'} + \frac{ab'-ba'}{(a'\alpha+b')^2} v_s \quad (s=1, 2, 3),$$

on trouve, pour système transformé,

$$\frac{d(v_1+v_2)}{d\beta} = v_1 v_2, \quad \frac{d(v_2+v_3)}{d\beta} = v_2 v_3, \quad \frac{d(v_3+v_1)}{d\beta} = v_3 v_1.$$

» Grâce à la connaissance de cette propriété, il suffira d'une intégrale particulière pour obtenir l'intégrale complète. C'est par les fonctions elliptiques qu'on y parvient. Si l'on prend $\alpha = \log q$, on a une solution en choisissant, pour u_1, u_2, u_3, les dérivées logarithmiques, par rapport à α, des trois fonctions $\Theta^4(\mathrm{K})$, $\Theta^4(0)$, $\mathrm{H}^4(\mathrm{K})$.

» Je vais tout d'abord vérifier cette solution. Pour ce but, je désigne par $\theta_1(x)$, $\theta_2(x)$ deux quelconques des trois fonctions $\Theta(x)$, $\Theta(x+\mathrm{K})$, $\mathrm{H}(x+\mathrm{K})$ et par $\zeta_1(x)$, $\zeta_2(x)$ leurs dérivées logarithmiques par rapport à x. Je prends pour point de départ l'égalité suivante, aisée à démontrer:

$$(1) \qquad \zeta_1'''(0) + \zeta_2'''(0) + 2[\zeta_1'(0) - \zeta_2'(0)]^2 = 0.$$

» Pour chacune de ces fonctions ont lieu les relations

$$\theta''(x) = -\frac{\pi^2}{\mathrm{K}^2}\frac{\partial\,\theta(x)}{\partial \log q}, \quad \theta^{\mathrm{IV}}(x) = \frac{\pi^4}{\mathrm{K}^4}\frac{\partial^2\,\theta(x)}{(\partial \log q)^2}, \quad \theta'(0) = 0,$$

et il en résulte

$$\zeta'(0) = -\frac{\pi^2}{\mathrm{K}^2}\frac{d\log\theta(0)}{d\log q}, \quad \zeta'''(0) = \frac{\pi^4}{\mathrm{K}^4}\left\{\frac{d^2\log\theta(0)}{(d\log q)^2} - 2\left[\frac{d\log\theta(0)}{d\log q}\right]^2\right\}.$$

Si je pose donc

$$4\frac{d\log\theta_1(0)}{d\log q} = u_r, \quad 4\frac{d\log\theta_2(0)}{d\log q} = u_s,$$

l'égalité (1) devient

$$\frac{\pi^4}{4\mathrm{K}^4}\left[\frac{d(u_r+u_s)}{d\log q} - \tfrac{1}{2}u_r^2 - \tfrac{1}{2}u_s^2\right] + \frac{\pi^4}{8\mathrm{K}^4}(u_r - u_s)^2 = 0,$$

$$\frac{d(u_r+u_s)}{d\log q} = u_r u_s.$$

C'est ce qu'il fallait démontrer. En employant les développements connus, j'ai ainsi, pour solution particulière, les trois fonctions

$$\mathrm{U}_1(\alpha) = 8\frac{e^{\alpha} + 4e^{4\alpha} + 9e^{9\alpha} + 16e^{16\alpha} + \ldots}{1 + 2e^{\alpha} + 2e^{4\alpha} + 2e^{9\alpha} + 2e^{16\alpha} + \ldots},$$

$$\mathrm{U}_2(\alpha) = 8\frac{-e^{\alpha} + 4e^{4\alpha} - 9e^{9\alpha} + 16e^{16\alpha} - \ldots}{1 - 2e^{\alpha} + 2e^{4\alpha} - 2e^{9\alpha} + 2e^{16\alpha} - \ldots},$$

$$\mathrm{U}_3(\alpha) = \frac{1 + 9e^{2\alpha} + 25e^{6\alpha} + 49e^{12\alpha} + 81e^{20\alpha} + \ldots}{1 + e^{2\alpha} + e^{6\alpha} + e^{12\alpha} + e^{20\alpha} + \ldots}.$$

» *L'intégrale générale du système proposé est donc*

$$u_s = -\frac{2a'}{a'\alpha + b'} + \frac{ab' - ba'}{(a'\alpha + b')^2}\,\mathrm{U}_s\left(\frac{a\alpha + b}{a'\alpha + b'}\right) \quad (s = 1, 2, 3).$$

» Ici se place une observation. La symétrie exige qu'il existe une substitution linéaire qui, effectuée sur α, échange entre elles U_1 et U_2 en conservant U_3, et une autre qui échange U_2 et U_3 en conservant U_1. De là l'origine d'un groupe de substitutions qui est ici bien connu : c'est celui qui se rapporte aux deux fonctions $\varphi(\rho)$ et $\psi(\rho)$, introduites par M. Hermite (*Comptes rendus* de 1858) pour la théorie des équations modulaires et liées d'ailleurs aux fonctions actuelles par les relations

$$U_2(\alpha) - U_1(\alpha) = 8\frac{d}{d\alpha}\log\varphi\left(-\frac{i\pi}{\alpha}\right),$$
$$U_3(\alpha) - U_1(\alpha) = 8\frac{d}{d\alpha}\log\psi\left(-\frac{i\pi}{\alpha}\right).$$

L'échange des fonctions se fait comme il suit :

$$U_1(\alpha+i\pi) = U_2(\alpha), \quad U_2(\alpha+i\pi) = U_1(\alpha), \quad U_3(\alpha+i\pi) = U_3(\alpha),$$
$$U_1(\alpha) = -\frac{2i\pi}{i\pi-\alpha} - \frac{\pi^2}{(i\pi-\alpha)^2}U_3\left(\frac{i\pi\alpha}{i\pi-\alpha}\right),$$
$$U_3(\alpha) = -\frac{2i\pi}{i\pi-\alpha} - \frac{\pi^2}{(i\pi-\alpha)^2}U_1\left(\frac{i\pi\alpha}{i\pi-\alpha}\right),$$
$$U_2(\alpha) = -\frac{2i\pi}{i\pi-\alpha} - \frac{\pi^2}{(i\pi-\alpha)^2}U_2\left(\frac{i\pi\alpha}{i\pi-\alpha}\right).$$

» Par là, on le voit, l'étude actuelle se rattache directement à celle des groupes discontinus de substitutions linéaires, si heureusement imaginée par M. Poincaré. Le système d'équations différentielles non linéaires dont j'ai parlé ici n'est pas le seul qui conduise à de tels groupes. C'est un cas particulier d'un autre système, presque aussi simple, dont j'aurai à parler ultérieurement, et qui s'intègre au moyen des fonctions hypergéométriques X, Y, Z, définies dans ma Communication du 4 avril dernier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes trilinéaires.* Note de M. C. Le Paige.

« Considérons la forme trilinéaire

$$f = \lambda u_1 v_1 w_1 + \mu u_2 v_2 w_2$$

ou, plus explicitement,

$$(1) \qquad \begin{cases} f = \lambda(ax_1 + a'x_2)(by_1 + b'y_2)(cz_1 + c'z_2) \\ \quad + \mu(\alpha x_1 + \alpha' x_2)(\beta y_1 + \beta' y_2)(\gamma z_1 + \gamma' z_2), \end{cases}$$

de sorte que $-\frac{a'}{a}$, $-\frac{\alpha'}{\alpha}$, $\cdots$ sont les racines des équations

$$\Sigma_1 = 0, \quad \Sigma_2 = 0, \quad \Sigma_3 = 0.$$

Il résulte d'abord immédiatement de l'identité (1) que les deux ternes de points représentés par $u_1 = 0$, $v_1 = 0$, $w_1 = 0$ et $u_2 = 0$, $v_2 = 0$, $w_2 = 0$ sont en involution avec les points triples de l'homographie $f = 0$, et, de plus, que les ternes $u_1 v_1 w_2$, $u_1 w_1 v_2$, $u_2 v_1 w_1$, $u_1 v_2 w_2$, $u_2 v_1 w_2$, $u_2 v_2 w_1$ appartiennent à cette même homographie.

» Ces deux théorèmes constituent une généralisation d'une propriété connue de la forme bilinéaire $\sum_{i,k=1,2} a_{ik} x_i y_k$.

» Si maintenant on calcule, pour la forme canonique (1), les trois covariants Σ_1, Σ_2, Σ_3, on trouve

$$\Sigma_1 = (b\beta' - b'\gamma)(c\gamma' - c'\gamma)(ax_1 + a'x_2)(\alpha x_1 + \alpha' x_2),$$
$$\Sigma_2 = (c\gamma' - \gamma c')(a\alpha' - \alpha a')(by_1 + b'y_2)(\beta y_1 + \beta' y_2),$$
$$\Sigma_3 = (a\alpha' - \alpha a')(b\beta' - \beta b')(cz_1 + c'z_2)(\gamma z_1 + \gamma' z_2).$$

» Si l'on désigne par Δ_1, Δ_2, Δ_3 les discriminants de ces formes quadratiques, on vérifie aisément que

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = (a\alpha' - \alpha a')^2 (b\beta' - \beta b')^2 (c\gamma' - \gamma c')^2.$$

» On peut d'ailleurs démontrer cette égalité en partant de l'expression de Σ_1, Σ_2, Σ_3, tirée de la forme $\Sigma a_{ikl} x_i y_k z_l$.

» Mais de la forme même des Δ résulte que la forme f se décompose en une forme linéaire et une forme bilinéaire si $\Delta_1 = 0$.

» Dans ce cas, deux des covariants Σ s'annulent identiquement.

» Dans l'étude du système des covariants de f, on rencontre également trois formes linéaires χ_1, χ_2, χ_3.

» On a, par exemple,

$$\chi_1 = (a_{121} - a_{112}) x_1 - (a_{212} - a_{221}) x_2.$$

» Si l'on se sert de la forme canonique (1), on trouve

$$\chi_1 = \lambda(b'c - c'b)(ax_1 + a'x_2) + \mu(\beta'\gamma - \gamma'\beta)(\alpha x_1 + \alpha' x_2),$$

et de même pour les autres χ_2, χ_3.

» Comme on peut le remarquer, les formes Σ et les χ, ainsi que f, ne

contiennent que les formes linéaires u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2 et leurs invariants.

» Ainsi l'on peut écrire symboliquement

$$\Sigma_1 = (v_1 v_2)(w_1 w_2) u_1 u_2; \quad \Sigma_2 = (w_1 w_2)(u_1 u_2) v_1 v_2, \quad \ldots,$$
$$\chi_1 = \lambda(v_1 w_1) u_1 + \mu(v_2 w_2) u_2, \quad \ldots;$$

on aura, par suite, un système de représentation de toutes les formes invariantes de la forme trilinéaire f en se servant des six covariants linéaires u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques mesures actinométriques faites dans les Alpes en* 1880. Note de M. P. **Puiseux**, présentée par M. Mouchez.

« Grâce au bienveillant concours de M. Marié-Davy, j'ai pu transporter sur plusieurs sommets des Alpes un actinomètre semblable à ceux qui sont l'objet d'observations régulières à Montsouris. Cet instrument, composé de deux thermomètres conjugués dans le vide, est destiné, comme l'on sait, à mesurer la radiation totale, celle qui est diffusée par le sol et le ciel aussi bien que celle qui nous vient directement du Soleil.

» Parmi ces observations, plusieurs ont été faites sur un sol gazonné, par un ciel parfaitement pur, et se prêtent mieux, en conséquence, à une comparaison directe. Voici un Tableau de quelques nombres obtenus dans ces conditions. Les degrés actinométriques ont été calculés conformément aux règles indiquées dans l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour 1880.

Station.	Altitude.	Date.	Degré calculé.	Degré observé.	Rapport.
Montagne au sud d'Orsières (Valais).............	2110 m	28 juillet, 11h15m	85,8	102,5	1,19
Saint-Gervais (Savoie)....	830	2 septembre, midi	84,5	91,9	1,09
Aiguille de Tricod (Savoie).	2828	3 septembre, 1h	84,0	98,6	1,17
Col de Tricod (Savoie)....	2133	3 septembre, 3h	79,7	91,2	1,14

» J'ai fait, d'autre part, le relevé des observations actinométriques faites à Paris pendant les étés de 1872 et 1873. Si l'on se borne aux jours notés comme sereins ou légèrement brumeux, on trouve que le rapport du degré actinométrique observé au degré calculé oscille, dans le milieu du jour, entre 0,94 et 0,99. Il n'atteint le chiffre 1,00 qu'une seule fois, le 25 juillet 1873. Encore le *Bulletin de l'Observatoire* signale-t-il pour ce jour la

présence de cirrhus légers, circonstance favorable à l'élévation du degré actinométrique.

» On peut donc admettre, comme conséquence des chiffres cités, que la radiation totale s'est accrue de 0,10 à l'altitude de 800^m et de 0,21 à l'altitude de 2100^m.

» Des observations faites à des hauteurs plus grandes ont donné des chiffres beaucoup plus forts, mais d'une interprétation moins facile. Les circonstances atmosphériques ne m'ont permis d'obtenir que deux observations de cette nature, contenues dans le Tableau suivant :

Station.	Altitude.	Date.	Degré calculé.	Degré observé.	Rapport.
Col du Chardonnet (Savoie)...	3380^m	5 août, midi	85,8	152,19	1,78
Sommet des Diablerets (Suisse).	3251^m	13 août, 10^h	83,9	147,40	1,76

» Quelques remarques sont à faire au sujet de ces nombres. L'un et l'autre ont été obtenus avec un instrument installé sur la neige, dont la radiation est évidemment loin d'être négligeable. De plus, au moment de la seconde mesure, d'épais cumulus étaient à proximité, sans toutefois voiler le Soleil.

» En l'absence d'une mesure exacte de la nébulosité, il semble difficile d'éliminer la seconde influence. La première se laisse mieux apprécier. Il résulte des observations faites à Montsouris dans la journée du 22 janvier 1881 que la présence de la neige sur le sol élève le degré actinométrique dans la proportion de 1,42 à 1. Les nombres trouvés se réduiraient, par l'application de cette règle, à 1,25 et 1,24, ce qui s'accorde bien avec les observations citées en premier lieu.

» Les études faites à Montsouris ont prouvé que l'activité de la végétation est en rapport avec le degré actinométrique ainsi mesuré. L'élévation de ce degré dans la région dite *des neiges éternelles* n'est donc pas sans importance. Tous ceux qui parcourent les Alpes ont été frappés de la promptitude avec laquelle la végétation se développe en été sur les terrains que la neige vient à peine d'abandonner. On a trouvé des plantes phanérogames jusqu'à 3900^m d'altitude, des renoncules au Schreckhorn, des saxifrages sur la Grivola. Ces plantes doivent accomplir toutes les phases de leur développement dans l'espace de trois mois d'été, sous l'influence d'une température moyenne bien inférieure à celle de l'été des régions polaires : c'est du moins ce qui résulte de toutes les lois proposées jusqu'ici pour représenter la décroissance de la température avec l'altitude. La même conclusion se

tire des observations régulièrement poursuivies dans les stations italiennes d'Ivrée, d'Aoste, du petit et du grand Saint-Bernard. Nul doute que ces plantes ne trouvent une compensation à ces conditions thermiques défavorables dans l'intensité de la radiation solaire aux grandes altitudes, intensité encore accrue par la réflexion produite sur la neige. »

PHYSIQUE. — *Action de la lumière sur les corps phosphorescents.* Lettre de M. **Clémandot** à M. Dumas.

« Dans l'entretien que j'ai eu l'honneur d'avoir avec vous à l'occasion de mes expériences sur les corps *phosphorescents*, je vous ai dit que ces corps absorbent la lumière, *vibrent*, c'est-à-dire deviennent lumineux, et que, aucun changement *chimique*, aucune altération de la matière ne survenant, le phénomène en action ne peut être qu'un phénomène *physique*. Ayant soumis ces corps aux influences des différents rayons colorés, j'avais remarqué de grandes différences dans les résultats. Le rayon bleu était le rayon *vibrateur*, tandis que les rayons rouges, verts, *jaunes* particulièrement, n'illuminaient pas les corps, ne les faisaient pas *vibrer*. Enfin, il devait, à mon sens, y avoir une certaine analogie entre l'action de la lumière sur les corps phosphorescents et sur les corps organisés. Des expériences à ce sujet étaient nécessaires.

» Ces expériences ont été faites par M. Yung, de Genève [1]. Il a constaté l'influence vibratrice la plus considérable dans le rayon *bleu* et la moins vibratrice dans les rayons rouges, verts et jaunes, ce qui confirme les expériences du général Pleasonton, de Philadelphie, sur l'engraissement plus rapide des porcs placés sous l'influence du rayon bleu. Je ne m'étais donc pas trompé dans mes prévisions : en rattachant les phénomènes de vibration sur les corps phosphorescents à ceux qu'exerce la lumière sur les corps organisés, sur les animaux, j'étais dans le vrai. »

M. **Dumas** ajoute que les expériences curieuses dont M. Clémandot l'a rendu témoin étaient effectuées au moyen du verre rendu phosphorescent par le sulfure de calcium; cette remarque lui paraît nécessaire.

M. **Edm. Becquerel** fait observer que l'action des rayons différemment réfrangibles sur les corps phosphorescents sous l'influence de la lumière a

---

(1) *Revue scientifique*, 3 avril 1881.

été de sa part, depuis plus de trente ans, l'objet de nombreuses recherches aujourd'hui classiques, dont M. Clémandot ne semble pas avoir eu connaissance; il s'en réfère à cet égard à ses diverses publications, notamment au Tome I[er] de son Ouvrage *La lumière, ses causes et ses effets* (Paris, 1867), ainsi qu'au Tome LXIX des *Comptes rendus*, p. 994 (1869).

Il fait remarquer en outre qu'il a démontré depuis longtemps que le phénomène de phosphorescence par la lumière est d'un ordre purement physique et que la réfrangibilité des rayons actifs dépend de la nature des substances impressionnables : ainsi, par exemple, l'alumine, qui donne dans le phosphoroscope une émission de lumière rouge, et le spath d'Islande une émission de lumière orangée, sont rendus actifs principalement par les rayons compris entre les raies D et F du spectre solaire, c'est-à-dire par le vert prismatique, tandis que la blende hexagonale ainsi que la plupart des sulfures de calcium, de strontium et de baryum, soit dans le phosphoroscope, soit simplement exposés à l'action du spectre solaire, sont excités, quoique inégalement, par les rayons plus réfrangibles que F, c'est-à-dire principalement par les rayons bleus et violets.

PHYSIQUE. — *Action de la lumière sur le bromure d'argent.* Note de M. G. Noel.

« On peut distinguer deux degrés dans l'action des rayons chimiques du spectre sur le bromure d'argent : 1° une longue exposition aux rayons solaires détermine une modification physiquement appréciable par un changement de teinte qui traduit une altération permanente dans sa constitution ; 2° une exposition de très courte durée donne lieu à des phénomènes d'une tout autre nature, qui restent latents jusqu'à ce qu'un agent réducteur, sel ferreux ou pyrogallate alcalin, vienne rendre palpable, par la coloration qui se développe alors, la modification apportée par les rayons lumineux.

» Or, en recherchant quelle pouvait être la durée de cette deuxième modification, en la considérant comme fugace, j'ai été conduit à une série d'expériences dont voici le résumé succinct :

» Trente plaques de verre, recouvertes d'une pellicule de bromure d'argent préparé dans des conditions déterminées et réparties en trois groupes, ont été exposées à la lumière dans une chambre noire photographique et impressionnées exactement au même degré pour chaque série, le ciel étant resté très pur pendant toute la durée de l'opération.

» Ces plaques, conservées à l'obscurité, furent examinées à intervalles réguliers, jusqu'à disparition complète de toute image sous l'influence des réducteurs : la modification moléculaire imprimée par le spectre chimique était donc passagère.

» Restait à savoir si ce bromure d'argent, qui après plusieurs mois se trouvait ne plus présenter aucune réaction aux réducteurs, absolument comme avant son exposition, était encore capable de subir l'action de la lumière.

» Pour arriver à des résultats concluants touchant ce deuxième point, j'ai fait usage de la méthode comparative, et de nouvelles plaques, déjà impressionnées, furent placées dans la chambre noire photographique, mais de façon que la nouvelle impression ne se fît que sur la moitié de la pellicule sensible. Or, en opérant ainsi, l'image produite présentait à peu près exactement la même intensité que l'image obtenue sur une surface encore indemne.

» Ces différents essais m'ont donné les résultats suvants :

» *a*. Après une période de deux mois, toute trace de l'impression initiale avait disparu sur les plaques recouvertes de bromure d'argent émulsionné dans du collodion et soumises jusqu'à épuisement à l'action des réducteurs : elles se comportaient ainsi comme des plaques récemment préparées et fournissaient, après une nouvelle exposition à la lumière, de bonnes épreuves pour le même temps de pose.

» *b*. Le bromure d'argent produit par double décomposition dans une pellicule de collodion bromuré plongée dans une dissolution d'azotate d'argent a conservé pendant un peu plus de cinq mois la propriété de fournir une image avec les réducteurs.

» *c*. Enfin, le bromure d'argent en émulsion dans la gélatine donnait encore après sept mois une image très faible, il est vrai, mais dont les principaux détails étaient encore visibles.

» Comparant les résultats fournis par ces expériences aux chiffres qui représentent la sensibilité croissante de ces différentes pellicules de bromure, et qui peuvent être respectivement évaluées à 1, 3, 6 pour les variétés *a*, *b*, *c*, nous voyons que, toutes choses égales d'ailleurs, le bromure d'argent conserve d'autant plus longtemps la modification moléculaire qui lui a été imprimée par le spectre chimique que sa sensibilité est plus grande, et en second lieu que, cette première modification disparue, il paraît avoir recouvré sa sensibilité initiale. »

CHIMIE. — *Action de l'acide carbonique sur la baryte et la strontiane.* Note de M. **F.-M. Raoult**.

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, 24 janvier 1881), j'ai annoncé que la chaux, portée vers la température de 550° dans de l'acide carbonique à la pression atmosphérique, absorbe ce gaz avec une rapidité extraordinaire et devient rouge de feu par suite de la chaleur dégagée.

» J'ai constaté récemment que la baryte et la strontiane caustiques, placées dans les mêmes conditions, absorbent également l'acide carbonique avec beaucoup d'avidité et deviennent rapidement incandescentes. Le phénomène est particulièrement brillant avec la baryte, dont plusieurs points s'échauffent jusqu'au *rouge blanc*. L'expérience, faite simultanément sur ces trois bases, placées dans trois ballons de verre de 200^{cc} de capacité et portées préalablement à la température convenable par de bonnes lampes à alcool, montre d'ailleurs d'une manière bien évidente que la baryte devient plus lumineuse que la strontiane et celle-ci plus que la chaux. Les températures, déterminées au moyen du pyromètre platine-palladium de M. Ed. Becquerel, ont été : 900° avec la chaux, 1050° avec la strontiane, 1200° avec la baryte. Il est probable qu'en opérant sur de plus grandes masses on obtiendrait des températures plus élevées.

» Pas plus que la chaux, la baryte et la strontiane ne peuvent reproduire le carbonate neutre par synthèse directe.

» Le bioxyde de baryum, chauffé au rouge naissant dans un petit ballon de verre au moyen d'une lampe à alcool, est décomposé par l'acide carbonique avec dégagement rapide d'oxygène. Cette réaction s'accompagne d'un grand dégagement de chaleur. Toutefois, la chaleur produite est insuffisante pour entretenir longtemps la masse à la température où le phénomène se produit. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de l'action du perchlorure de phosphore sur l'acroléine.* Note de M. **P. Van Romburgh**, présentée par M. Wurtz.

« 1. En traitant l'acroléine par le perchlorure de phosphore, MM. Hubner et Geuther obtinrent, outre le chlorure d'allylidène, deux autres produits chlorés, dont M. Geuther fit plus tard une étude spéciale et qu'il regarda comme identiques avec le glycide dichlorhydrique de M. Reboul et avec la

trichlorhydrine ordinaire. En m'occupant, il y a quelque temps, de la préparation du chlorure d'allylidène, je recueillis une assez grande quantité de ces produits accessoires, et, comme M. Krestownikoff avait donné une nouvelle opinion au sujet de leur structure, je les soumis à un examen plus approfondi.

» 2. D'abord, j'examinai les produits bouillant au-dessus de 120° C., et, après une série de distillations, je recueillis une très grande quantité d'un liquide bouillant de 109° à 110° C. (corr.), qui a la même composition que le chlorure d'allylidène et qui semble être identique avec le chlorure d'allyle β-chloré, bouillant à 107°, obtenu par MM. Friedel et Silva. M. Hartenstein a préparé un liquide de la même composition auquel il attribue la formule CH^2-Cl C-CH^2 Cl. Ce corps bout à 109° C.

» Pour trouver la structure du produit bouillant de 109° à 110°, je me suis appuyé sur les considérations suivantes. Si la formule est telle que l'admettent MM. Friedel et Silva, CH^2Cl-CH = CH Cl, l'action du chlore doit donner naissance à un propane tétrachloré, CH^2Cl-CHCl-$CHCl^2$, tandis que, si l'interprétation de M. Hartenstein, improbable *a priori*, pouvait être juste, CH^2Cl-C-CH^2Cl devrait produire un propane tétrachloré CH^2Cl-CCl^2-CH^2Cl. Le premier de ces tétrachlorures doit être identique avec celui qui pourrait vraisemblablement se former par l'action du chlore sur le chlorure d'allylidène, le second à celui qui dérive du chlorure d'allyle α-chloré (glycide dichlorhydrique).

» Suivant M. Geuther, l'action du chlore sur le chlorure d'allylidène donne naissance à des cristaux blancs, peut-être C^2Cl^6, ajoute-t-il. Dans les circonstances où j'ai opéré, ce résultat ne s'est pas confirmé, car j'obtins un liquide incolore qui présente la composition d'un propane tétrachloré. Ce corps bout de 179° à 180° C. (corr.); la densité à 15° C. est égale à 1,521.

» Le produit accessoire bouillant de 109° à 110° absorbe énergiquement le chlore et fournit un propane tétrachloré qui bout de 179° à 180°. Densité à 15° C., 1,522.

» De l'accord parfait que présentent ces deux corps sous le rapport du point d'ébullition et de la densité, je crois pouvoir conclure à leur identité, identité qui conduit à admettre que le produit bouillant de 109° à 110° est réellement le chlorure d'allyle β-chloré. Néanmoins il m'a paru nécessaire de comparer ces tétrachlorures avec celui obtenu par M. Hartenstein, dont le point d'ébullition est indiqué à 171° C. Le résultat de ces expériences a été un liquide bouillant à 180° C. (corr.), d'une densité de 1,522, identique

avec le propane tétrachloré dérivé du chlorure d'allylidène et du chlorure d'allyle β-chloré. L'opinion de M. Hartenstein, qui attribue à ce tétrachlorure la formule $CH^2Cl\text{-}CCl^2\text{-}CH^2Cl$, doit, par conséquent, être rejetée.

Pour me convaincre, toutefois, de l'absence du glycide dichlorhydrique (chlorure d'allyle α-chloré) dans les chlorures formés par l'action du perchlorure de phosphore sur l'acroléine, j'ai fait l'expérience suivante. Dans les fractions qui bouillaient entre 90° et 102°, dont le poids était de 11gr (c'est-à-dire 1 pour 100 du poids des chlorures formés), je fis passer un courant de chlore. Le produit obtenu bouillait à 180° C., tandis qu'il ne s'était formé aucune trace du tétrachlorure bouillant à 165° C., ce qui aurait pourtant dû être le cas si le liquide primitif avait contenu du chlorure d'allyle α-chloré.

» 3. Les chlorures à point d'ébullition plus élevé que j'avais purifiés en les distillant avec la vapeur d'eau furent soumis à une distillation fractionnée longue et minutieuse, et de cette manière j'obtins un liquide bouillant entre 146° et 148° C., mais dont le dosage du chlore donna encore un nombre un peu trop faible pour $C^3H^5Cl^3$. D'après M. Geuther, le produit en question est de la trichlorhydrine normale, mêlée à une petite quantité de glycide dichlorhydrique.

» Pour débarrasser le liquide du corps bouillant à une température plus basse, je le soumis à l'action d'un courant de chlore. Après cela, presque tout le liquide bouillait de nouveau entre 145° et 150° C., et après quelques distillations j'obtins un liquide bouillant de 146° à 148° C., dont l'analyse fournit des nombres exacts pour $C^3H^5Cl^3$. La densité à 15° C. est de 1,362, celle de la trichlorhydrine bouillant à 158° C. de 1,39. Des valeurs obtenues pour la densité et le point d'ébullition je crus pouvoir conclure que j'avais affaire à un isomère de la trichlorhydrine, peut-être $CH^2Cl\text{-}CH^2\text{-}CHCl^2$.

» L'étude des produits de l'action de la potasse caustique pouvait jeter du jour sur la question, car, si la formule est celle que j'ai signalée ci-dessus, il devrait donc se former du chlorure d'allylidène et du chlorure d'allyle β-chloré, et, comme les atomes de chlore, quand il y en a deux ou trois unis à un même atome de carbone, offrent une grande résistance à différents agents, il était à présumer que le chlorure d'allylidène serait le produit essentiel de la réaction.

» L'expérience a confirmé cette attente, car j'obtins un liquide qui bouillait à 85° C. et qui avait la composition $C^3H^4Cl^2$, et en outre un peu

du chlorure d'allyle β-chloré. Traités par le chlore, ils se transformèrent en propane tétrachloré bouillant à 180° C.

» La réaction avec la potasse fut donc telle qu'on pouvait l'attendre d'un propane trichloré de la composition CH^2Cl-CH^2-CH-Cl^2 (chlorure de propylidène β-chloré). Néanmoins j'ai pensé qu'il y aurait de l'intérêt à préparer synthétiquement, comme terme de comparaison, le chlorure de propylidène β-chloré obtenu par moi. Le chlorure d'allylidène ne se combine pas au gaz chlorhydrique sec, et, quand on le chauffe pendant quelques heures à 100° avec une solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique, on obtient le chlorure d'allyle β-chloré. On pouvait croire qu'un déplacement intra-moléculaire remarquable s'était produit parmi les atomes.

» En traitant le chlorhydrate d'acroléine, qui, suivant M. Krestownikoff, est l'aldéhyde β-chloropropionique, par le perchlorure de phosphore, j'obtins un propane trichloré, identique avec celui que je décris ci-dessus. M. Geuther croit avoir obtenu dans cette réaction de la trichlorhydrine normale. Traité par la potasse, ce corps me fournit du chlorure d'allylidène. Ces expériences établissent en effet avec une certitude suffisante que le propane trichloré bouillant à 148° a la formule CH^2Cl-CH^2-CH-Cl^2 et d nnent une nouvelle preuve à l'opinion de M. Krestownikoff, qui regarde le chlorhydrate de l'acroléine comme l'aldéhyde β-chloropropionique [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la nature des troubles produits par les lésions corticales du cerveau.* Note de M. L. Couty, présentée par M. Vulpian.

« J'ai réuni dans plusieurs Communications précédentes des faits destinés à établir que l'électrisation des circonvolutions détermine dans les muscles opposés des contractions, produites, comme les véritables mouvements réflexes, par la mise en fonctionnement de la substance grise médullaire, mais sans aucun rapport de siège avec le siège de l'excitation primitive.

» Abordant aujourd'hui l'étude plus complexe des lésions cérébrales, je dois commencer par indiquer les diverses séries d'observations qui m'ont amené à rejeter la doctrine classique des localisations corticales. Considé-

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Chimie organique de M. le professeur Franchimont, à Leyde.

rée au point de vue physiologique, cette doctrine suppose un rapport entre l'état de lésion du cerveau et l'état de fonctionnement de divers appareils périphériques. J'ai fait, sur des chiens ou sur des singes, plus de quatre-vingts expériences de lésions corticales : au lieu de me borner à des constatations objectives, j'ai étudié avec soin, à toutes les périodes, l'état d'excitabilité de l'organe lésé; j'ai examiné toutes les fonctions en cherchant à dissocier chaque trouble, et, dans ces conditions, je n'ai jamais constaté de relations constantes ou simplement habituelles.

» Ainsi, les troubles moteurs existent souvent sur le singe après une simple mise à nu, tandis qu'ils peuvent manquer ou être presque nuls après une lésion profonde et assez étendue. De même, sur le chien, les paralysies guérissent et disparaissent en quelques jours après la destruction complète de toute la zone motrice; et, contrairement à ce que l'on a prétendu, je n'ai jamais vu, dans ces cas-là, de nouvelles zones excitables se reformer autour de la lésion.

» Si l'on analyse avec plus de précision l'état du cerveau, on voit qu'une augmentation de l'excitabilité corticale peut coïncider avec de la paralysie ou avec des contractures; et dans les cas habituels où le cerveau lésé perd, souvent très rapidement, toute trace d'excitabilité, on observe aussi les troubles moteurs les plus divers. Il est, du reste, difficile de définir la forme de ces troubles corticaux, qui, presque toujours, présentent un mélange ou une succession de signes de contracture et de paralysie.

» Ce défaut de relations simples que nous fait constater l'étude du cerveau va se retrouver aussi dans l'analyse de la nature du trouble moteur. Contrairement à ce que l'on a cru voir, la paralysie produite par les lésions corticales porte sur tous les mouvements, volontaires, coordinateurs ou réflexes. Sur le singe, par exemple, j'ai observé souvent des hémiplégies complètes et totales. Sur le singe et sur le chien, dans les cas où les troubles sont moins marqués, on trouve les mouvements bilatéraux associés de respiration, de clignement, de marche, etc., à peu près intacts; mais, parmi les mouvements unilatéraux, ceux que l'on peut qualifier de volontaires sont les moins atteints. J'ai vu maintes fois un animal, complètement paralysé pour les mouvements automatiques de défense, de relèvement, de préhension, ne remuer le membre immobile que quand il y avait effort intentionnel adapté à un but défini. J'ai vu aussi que les signes de paralysie légère se constataient le plus facilement sur des animaux laissés debout et immobiles. Enfin, je n'ai jamais pu observer de véritable monoplégie, et la paralysie des deux membres sur le chien, du membre anté-

rieur sur le singe, a été seulement prédominante dans la plupart de mes expériences.

» Cette complexité symptomatologique, déjà réelle si l'on n'analyse que le trouble moteur, devient bien autre si l'on tient compte de tous les phénomènes.

» Dans toutes mes expériences, j'ai constaté conjointement des modifications des divers appareils périphériques moteurs sensitifs ou même calorifiques. La forme des troubles pouvait varier : l'œil sur un animal, la peau sur un autre, étaient paralysés en même temps que les membres, mais jamais un trouble moteur appréciable n'a existé isolément; il n'y a donc pas de rapport direct entre l'état du cerveau et l'état de fonctionnement de l'un ou l'autre des appareils périphériques.

» Ce défaut de rapport, établi par l'analyse physiologique, est aussi facile à constater à l'aide de l'analyse anatomique.

» Si l'on étudie chacun des cas dans son ensemble, il est impossible de découvrir aucune relation entre la nature du syndrôme sensitif, calorifique et moteur et le siége de la lésion. Ce syndrôme est tellement variable, que je n'ai pas deux observations entièrement semblables; mais, si je choisis les plus analogues, j'en trouve où la lésion est frontale, d'autres où elle est pariétale, d'autres encore où elle est plus postérieure.

» Au lieu de considérer l'ensemble des troubles, si l'on analyse seulement les phénomènes mieux connus de paralysie, on voit que ces paralysies existent après les lésions occipitales comme après les lésions fronto-pariétales. Elles affectent si peu de rapport avec le siége de la lésion, que la destruction d'un point donné, sur un singe par exemple, détermine souvent des troubles dans des muscles très différents de ceux qu'avait fait mouvoir son excitation; et, considérée sur différents singes, cette même lésion aura pu produire des contractures ou des paralysies de formes très différentes.

» La théorie des localisations n'est donc pas plus acceptable au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique, et il faut chercher une autre explication des effets des lésions cérébrales. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action toxique du suc de manioc.* Note de M. DE LACERDA [1], présentée par M. Vulpian.

« On a considéré le suc de manioc comme un agent toxique très actif, toujours semblable à lui-même, et presque toujours on a assimilé ses effets à ceux de l'acide cyanhydrique.

» Les expériences que j'ai faites, seul ou avec M. Araujo Goës, m'ont permis de reviser ces diverses affirmations. Elles ont porté sur le suc de racines de manioc cultivé de la variété *pury*, très toxique. Ces racines, âgées d'un an, râpées, puis pressées, donnaient un liquide blanc jaunâtre, louche, ayant une légère odeur d'amandes amères et toujours très acide; ce liquide, je l'ai injecté sur des chiens, sous la peau, ou dans l'estomac, ou dans une veine.

» Il faut des doses assez considérables de suc pour déterminer des troubles. Si l'on n'injecte sous la peau que 15^{cc} à 20^{cc}, on observe, après quelques minutes, des phénomènes assez analogues à ceux de l'ébriété: l'animal est inquiet et s'agite; il se couche, se relève, se lance en avant, il a des efforts répétés de vomissements, et plus rarement des mictions et des défécations; puis il marche sans régularité, il trébuche, tombe et a de la difficulté à se relever. Les troubles des mouvements sont plus marqués dans les membres postérieurs, qui, quelquefois, paraissent presque paralysés.

» Si l'on introduit alors une nouvelle dose, ou si l'on a injecté d'emblée une quantité suffisante, après ces premiers phénomènes plus ou moins durables, il se produit de véritables accès convulsifs, très irréguliers de forme et de durée; ils seront quelquefois toniques, plus souvent cloniques, et alors les secousses, assez amples, portent surtout sur les membres et la tête. Dans les nombreux intervalles des accès, l'animal, d'ordinaire, ne reste pas complètement immobile, et il peut présenter des tremblements fibrillaires des peauciers du tronc et du cou, ou plus rarement de petites secousses des membres ou seulement des antérieurs.

» Ces phénomènes sont quelquefois très durables, et beaucoup de nos animaux sont restés en convulsion pendant plusieurs heures; puis nous les avons vus peu à peu s'affaiblir et se paralyser. Des chiens qui restaient capables de soulever la tête, d'entendre, de voir, de remuer intentionnel-

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie expérimentale du Muséum de Rio-Janeiro.

lement leur train antérieur, déjà ne réagissaient plus par le train postérieur, et peu à peu, la paralysie progressive devenant complète, l'animal mourait d'arrêt respiratoire.

» Nous avons étudié, à ces diverses périodes, l'état des nerfs, des muscles et de la circulation. Aux premières périodes, nous n'avons pas observé de modification bien nette de l'excitabilité centripète : à un moment variable de la seconde phase (convulsive), les nerfs sensitifs ont paru moins sensibles, mais ce n'est que tout à fait à la phase ultime que nous avons vu disparaître leur excitabilité. L'électrisation des nerfs moteurs n'a montré aucune modification nette et constante; cependant, dans quelques cas, leur excitabilité a paru notablement diminuée, pendant la période paralytique. Au contraire, la contractilité musculaire n'a pas été modifiée.

» Les variations des mouvements cardiaques ont été assez irrégulières et peu importantes, et, dans tous les cas où les doses ont été assez fortes et les accidents durables, la tension artérielle s'est abaissée considérablement et quelquefois elle a pu devenir presque nulle; nous n'avons jamais noté d'augmentation de la pression du sang.

» A l'autopsie, nous avons trouvé des congestions et quelquefois des hémorrhagies des viscères abdominaux et des organes nerveux centraux. Les tissus, au niveau de l'injection, sont toujours restés sains.

» Les troubles toxiques ont du reste présenté de grandes différences avec le mode d'introduction de la substance ou avec l'espèce animale utilisée.

» Si l'on injecte le suc de manioc dans l'estomac, les troubles convulsifs sont plus rapides, plus intenses et moins durables, et la mort peut se produire par arrêt respiratoire dès la première phase. Si l'on injecte directement dans une veine du suc préalablement filtré, l'animal tombe presque immédiatement contracturé en opisthotonos, le cœur ralenti, la pupille dilatée, et il présente une série d'attaques successives plus ou moins régulières. Cependant, même avec ces doses et pour ces accidents, il n'y a pas d'augmentation de la tension, et le premier trouble est toujours un abaissement considérable, qui souvent coïncide avec des phénomènes convulsifs intenses.

» Au lieu d'injecter le suc sur des chiens, nous l'avons injecté sur des grenouilles. Quoique les quantités introduites sous la peau de la patte aient été assez variables, nous n'avons jamais observé de troubles d'excitation, et

sur cet animal les accidents de paralysie progressive, souvent complets et mortels, se sont produits d'emblée.

» Enfin nous devons noter une excessive irrégularité dans la forme et l'intensité des phénomènes produits. Pour des conditions en apparence identiques du côté des animaux et du côté de la substance, nous avons pu observer une simple agitation ébrieuse ou des convulsions véritables suivies de paralysies; et des doses mortelles pour certains chiens, injectées le même jour sur d'autres, n'ont produit que des accidents légers et de forme variable.

» En présence de ces faits, il nous semble impossible de poser des conclusions précises et d'assimiler, comme on l'a fait, le principe toxique du manioc à un poison toujours identique dans sa composition chimique et dans ses effets. Nous pouvons simplement conclure que le suc de manioc est relativement peu toxique, même pour les variétés les plus nuisibles, et nous devons aussi admettre que les accidents, lorsqu'ils existent, paraissent être produits par une action sur le système nerveux central, qui, suivant les cas, pourra avoir une forme ou un siège prédominant assez irréguliers. Il reste à chercher le mécanisme et la nature de cette action, comme aussi les raisons de ses variations. Il nous semble probable que le suc de manioc se transforme dans l'organisme en des produits divers, qui seuls auraient une action toxique; mais cette induction nécessite de nouvelles expériences pour être vérifiée. »

ZOOLOGIE. — *Du rôle des courants marins dans la distribution géographique des Mammifères amphibies, et particulièrement des Otaries.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Dans un récent travail présenté à l'Académie (31 janvier 1881), M. le professeur A.-Milne Edwards a montré l'influence des courants antarctiques sur la distribution géographique des Manchots et des Sphénisques. En faisant l'application des mêmes lois à la classe des Mammifères, et plus particulièrement au groupe des *Otaries* (ou Phoques à oreilles externes), qui ont un genre de vie analogue à celui des Manchots, je suis arrivé à des résultats très importants et qui viennent confirmer, de la façon la plus complète, les vues professées par M. Milne Edwards.

» Les Otaries, à l'époque géologique actuelle, semblent, comme les Man-

chots, originaires des terres antarctiques, d'où elles ont rayonné vers le nord. Portés par les blocs de glace que les courants réguliers détachent chaque année du grand glacier austral, ces animaux sont venus coloniser les rivages du cap Horn, des îles Falkland, du cap de Bonne-Espérance, de l'île de Kerguelen, de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie, en un mot toutes les terres situées au sud du nouveau et de l'ancien continent. Le courant de Humboldt, à l'ouest, les a portés, comme les Manchots, jusqu'aux îles Gallapagos, sous l'équateur; mais, tandis que cette limite extrême n'a pas été franchie par ces derniers, les Otaries, au contraire, ont pénétré dans l'hémisphère septentrional. On les retrouve sur les côtes de la Californie et dans le nord de l'océan Pacifique. Mais elles n'y sont certainement pas arrivées par la route directe, car ces animaux manquent absolument sur la côte ouest de l'Amérique comprise entre le Pérou et le nord du Mexique, sur une étendue de plus de 20°, et d'ailleurs *les Otaries des îles Gallapagos et celles de la Californie appartiennent non seulement à des espèces, mais à des genres différents.*

» Cette particularité semble d'abord inexplicable; mais, si l'on note, sur une bonne Carte des courants marins et suivant la méthode introduite dans la Science par M. Milne Edwards, toutes les stations où l'on a observé les Otaries, on se rend facilement compte de la route suivie par ces animaux avant d'atteindre le nord du Pacifique.

» Ce n'est pas la température trop élevée des régions tropicales, comme on pourrait le croire, mais bien la *présence de courants contraires,* qui les a éloignées de ces régions.

» Le courant équatorial de l'océan Pacifique au nord des îles Gallapagos, celui de l'Atlantique au nord des îles Falkland, sont dirigés précisément dans le sens contraire aux migrations des Otaries. Ceux de ces animaux qui, arrivés à l'île de Tristan d'Acunha, ont essayé de gagner la côte occidentale d'Afrique, ont été pris par ce même courant et rejetés à l'ouest, sur les côtes de la Patagonie. Ceux qui se sont établis au cap de Bonne-Espérance n'ont jamais pu remonter le long de la côte orientale de ce continent, à cause du courant du Mozambique qui les repoussait sans cesse vers le sud. C'est ce qui explique pourquoi les Otaries manquent dans tout l'océan Atlantique, au nord des Falkland, ainsi que dans toute la région occidentale de l'océan Indien. Il ne reste donc plus que la *région orientale* de ce dernier océan, et c'est évidemment par cette voie que s'est accomplie la migration qui nous occupe.

» Parvenues, comme nous l'avons dit, sur les côtes méridionales de l'Australie, les Otaries ont remonté de proche en proche sur la côte occidentale de ce continent qu'elles peuplent encore de nos jours. Elles sont, arrivées au nord, jusqu'à l'île Melville, dans les parages de Port Essington, où l'on trouve au moins deux espèces de cette famille.

» On sait qu'un courant secondaire, dont le sens est déterminé par celui de la *mousson*, fait communiquer l'océan Indien avec la mer de la Chine. D'avril en octobre, *précisément à l'époque où les Otaries remontent vers le nord*, ce courant est dirigé vers le nord-est et se déverse dans le grand bassin du Pacifique. Ce courant a dû singulièrement faciliter les migrations des Otaries, qui se sont opérées à travers les passes de la mer des Moluques ou par la voie beaucoup plus large et plus profonde du détroit de Macassar. Une fois dans la mer de la Chine, ces animaux ont gagné les côtes du Japon; de là, grâce au grand courant de Tessan (le *Kuro-Sivo* ou *fleuve noir* des Japonais), on les voit faire le tour de l'océan Pacifique du Nord en suivant les côtes du Kamtchatka, des îles Aléoutiennes et de l'Amérique septentrionale, pour arriver jusqu'au sud de la Californie, qui est l'extrême limite de ce vaste circuit.

» La preuve de cette migration nous est fournie par le genre *Zalophus*, qui se montre encore de nos jours des deux côtés de l'équateur, à l'île Melville, sur les côtes du Japon, sur celles de la Californie et dans tout le nord de l'océan Pacifique.

» Des considérations du même genre peuvent s'appliquer à la dispersion des Phoques proprement dits, qui sont presque exclusivement cantonnés dans l'hémisphère boréal.

» Ainsi une espèce du genre *Pelagius* (ou *Monachus*) a été signalée récemment dans la mer des Antilles. Or on considérait jusqu'ici ce genre comme propre à la Méditerranée; mais on sait que le Phoque moine (*Pelagius monachus*), seule espèce anciennement connue, a franchi le détroit de Gibraltar; on le retrouve sur la côte nord-ouest d'Afrique, et jusqu'à Madère et aux Canaries. Il est probable que des individus de cette espèce, surpris dans ces parages par le courant équatorial qui complète le circuit du Gulf-stream, ont été entraînés à l'ouest jusque dans la mer des Antilles, où ils ont constitué une forme nouvelle (*Pelagius tropicalis* de Gill).

» La distribution géographique du Macrorhine (éléphant marin) est plus difficile à comprendre. C'est le seul véritable Phoque (comparable sous ce rapport au *Zalophus*) qui se trouve à la fois des deux côtés de l'équateur.

Contrairement à l'opinion de M. Allen (1), je ne pense pas que le point de départ de ce type (considéré du moins à l'époque actuelle) puisse être placé dans l'hémisphère nord, car on ne l'y trouve plus que sur un seul point des côtes de la Californie, tandis que ces animaux abondent sur tous les rivages de l'hémisphère austral. Il est bien plus probable que c'est de l'île de Juan Fernandez, une de leurs principales stations dans la mer du Sud, que ces Phoques ont envoyé des colonies jusqu'en Californie, en faisant un long détour par l'ouest de l'océan Pacifique. C'est le courant de Humboldt, puis le courant équatorial, qui les ont portés jusqu'aux îles Mariannes en longeant tous les archipels de la Polynésie. Des îles Mariannes, ce même courant les a ramenés à l'est jusqu'aux îles Sandwich, aux îles de Revillagigedo et aux côtes de la Californie, où ils ont constitué une race distincte (*Macrorhinus angustirostris*), aujourd'hui presque entièrement détruite par la chasse acharnée qu'on lui a faite. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des mouvements des sucs et des divers organes des plantes rapportés à une cause unique : les variations de la tension hydrostatique.* Note de M. A. BARTHÉLEMY. (Extrait.)

« *a. De la formation des bourrelets dans les ligatures et les décortications annulaires.* — Si l'on pratique des ligatures sur une branche jeune, on voit se former du côté de la ligature un bourrelet qui augmente peu à peu, tandis qu'au-dessous de la ligature se produit un bourrelet beaucoup plus petit; dans les décortications on voit se produire sous l'écorce de la partie supérieure une formation nouvelle qui déborde l'incision, tandis que le bord inférieur se dessèche. On avait cru pouvoir conclure de ces faits à l'existence d'une sève descendante entre l'écorce et le bois.

» J'ai repris ces expériences; j'ai reconnu que le bourrelet se forme toujours du côté du bourgeon terminal. Pour le système radiculaire les bourrelets se forment plus lentement, mais il y a prédominance pour le bourrelet inférieur tourné du côté des extrémités radicellaires.

» Cependant l'examen anatomique de la section du bourrelet ne m'a pas paru confirmer l'existence d'une sève descendante. On ne voit point, en effet, d'espace déterminé accusant une accumulation locale de liquide ni les dépôts que n'aurait pas manqué de produire la sève descendante; on n'a-

(1) *History of north american Pinnipeds*, 1880, p. 751.

perçoit qu'une déformation graduelle du centre à la circonférence des faisceaux ligneux, un pelotonnement qui trahit l'existence d'un effort latéral. Aussi j'ai pensé à attribuer ce phénomène à la *réaction du système foliacé*.

» La force de succion des racines détermine une ascension de liquide, un courant qu'entretient l'évaporation par les extrémités foliacées. Mais, si la température s'abaisse avec la disparition du Soleil, l'évaporation s'arrêtant rapidement, il se produit une réaction, *un coup de bélier*, des feuilles vers le tronc, qui, souvent répétée, déterminera la formation du bourrelet supérieur.

» On pourra considérer la sève ascendante comme un courant déterminé par la force de succion des racines et par l'évaporation ou la fixation de l'eau par les surfaces foliaires, qui maintiennent, pour ainsi dire, le courant ouvert. Les mouvements en sens inverse sont dus à la cessation de l'évaporation et à la réaction qui en résulte. En même temps cette réaction détermine un effort sur les parois, qui est l'origine de la *tension* dans les organes jeunes des végétaux.

» *b. Des mouvements, dans les organes flexibles des plantes, déterminés par les variations de la tension générale.* — La tension générale peut se modifier de deux manières, soit en agissant sur la force endosmotique des racines, soit en variant l'évaporation des feuilles. Si ces modifications se produisent inégalement dans divers sens, les organes flexibles donneront lieu à des mouvements faciles à expliquer.

» Quand on arrose avec de l'eau froide le sol échauffé par les rayons du Soleil, on diminue la force de succion des racines et on voit les plantes se faner. De même, quand on fait le vide autour du système foliacé, on diminue la tension, et la force de succion des racines augmente.

» L'inégale distribution de la tension et les mouvements qui en résultent peuvent être déterminés soit par des causes extérieures, soit par la structure anatomique des organes et l'inégale distribution des faisceaux fibro-vasculaires. Que l'on brise, par exemple, un pied de *Dipsacus ferox* de manière que le fragment supérieur pende le long de la tige, à laquelle il reste relié par quelques faisceaux fibro-vasculaires, et, dès le lendemain, on verra l'extrémité du rameau pendant se relever, fleurir et grainer plus tard. Ce redressement se fait toujours du côté de la section où la tension est devenue moindre et où les tissus se sont resserrés. En enlevant au scalpel un lambeau de la tige de la même plante, on voit le sommet se recourber du côté de la section. L'enroulement des plantes volubiles peut

aussi s'expliquer par l'inégale distribution des faisceaux fibro-vasculaires, ces plantes étant toujours à feuilles alternes.

» L'*héliotropisme*, dont on paraît faire une faculté des plantes, s'explique aisément par une variation dans la tension, due à l'action du Soleil.

» J'ai observé ce phénomène sur l'énorme bourgeon floral des *Jucca*, dont le sommet décrit un cercle entier en vingt-quatre heures pendant plus de huit jours. L'héliotropisme n'existe que tant que l'air est calme; mais le vent d'ouest, au matin, peut produire des effets opposés. Une section de la tige un peu profonde l'interrompt tout à fait et détermine une courbure définitive de l'axe floral du côté de la plaie.

» Mon attention s'est portée sur les mouvements des feuilles de la Sensitive. Ces mouvements sont de deux ordres. Les uns, non provoqués, consistent en un mouvement lent, suivant l'heure, l'état du ciel, de l'atmosphère, etc. Je ne vois là que le résultat des variations de la tension générale, et je compare la feuille à l'aiguille d'un manomètre métallique qui permet de lire les variations de la pression.

» Quant aux mouvements provoqués, je ne puis les rapporter à une *irritabilité vitale*, telle qu'on l'entend pour les animaux supérieurs. Si l'on saisit une branche de Sensitive par la base, et qu'on lui imprime une vive secousse, on voit les folioles se rabattre *successivement à partir du sommet*, comme sous l'influence d'une onde réfléchie qui se transmettra aux branches latérales, *mais de bas en haut*. Tout ce qui diminue la tension tend à diminuer ou à détruire la sensibilité du ressort : eau froide sur les racines, vide autour des feuilles, etc.

» En résumé, les recherches dont je viens de donner un aperçu ont pour but de rapporter à une cause unique les mouvements des liquides et des organes flexibles des plantes. Cette cause unique réside dans les variations de la tension hydrostatique sous l'influence de la succion des racines et de la réaction des extrémités foliacées. »

M. L. **Perrissoud** adresse la description et le dessin d'un moteur.

M. E. **Maumené** adresse la description et le dessin d'un « appareil de gazolyse ».

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 MAI 1881.

(Suite.)

La vaccine. Discours prononcé à l'Académie royale de Médecine de Belgique, le 26 *mars* 1881; *par* HUBERT BOENS. Bruxelles, H. Manceaux, 1881; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

De l'urémie expérimentale; par MM. V. FELTZ et E. RITTER. Paris, Berger-Levrault, 1881; in-8°.

Texte explicatif du levé géologique de la Planchette de Lubbeck; par M. *le* baron O. VAN ERTBORN, *avec la collaboration de* M. P. COGELS. Rapport de M. CH. DE LAVALLÉE-POUSSIN. Bruxelles, F. Hayez, 1881; in-8°, avec une Carte.

Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Sechsundzwanzigster Band, vom Jahre 1880. Göttingen, 1880; in-4°.

Beobachtungen der Wärme in der Blüthenscheide einer Colocosia odora (Arum cordifolium); *von* O. HOPPE. Halle, E. Blochmann und Sohn, 1879-80; in-4°.

I nuovi Accademici; pel Padre R. COLANTUONI. Napoli, tipogr. dell'Acora, 1880; in-8°.

Den norske Nordhars-expedition 1876-1878. *Zoologi fiske ved* ROBERT. COLLETT; *Chemi af* HERCULES TORNOE. Christiania, 1880; 2 vol. in-4°.

Memoirs of the Boston Society of natural History; vol. III, part I, number III. Boston, 1879; in-4°.

Proceedings of the Boston Society of natural History; vol. XX, part II, III. Boston, 1878-1880; 2 liv. in-8°.

Report on the total solar eclipse of 1878, *july* 29; *by* D. P. TODD. Washington, Government printing Office, 1880; in-4°.

# COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* **G.-B. Airy**) *et à l'Observatoire de Paris pendant le premier trimestre de l'année* 1881. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(135) Hertha (1).			
Janv. 21	12h.6m.41s	8h.12m.35s,89	— 1s,80	67°.35'.24",4	— 4",1	Paris.
			(8) Flore.			
Févr. 12	11.36.21	8.59.34,45	+10,67	68. 2.59,7	+21,0	Greenwich.
15	11.12.18	8.56.38,17	+10,81	67.45. 2,8	+21,7	Paris.
17	11. 2.35	8.54.46,17	+10,78	67.33.56,0	+20,1	Paris.
19	10.52.57	8.52.59,58	+10,84	67.23.35,9	+20,4	Paris.

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(32) Pomone.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 15	12.18.30	10. 3. 0,96	— 0,17	87.18.57,5	+ 6,5	Paris.
19	11.59.16	9.59.30,41	— 0,29	86.56.51,5	+ 2,0	Paris.
23	11.40. 5	9.56. 1,48	— 0,24	86.33.15,9	+ 0,4	Paris.
Mars. 8	10.48. 6	9.45.48,40	— 0,10	85.12. 1,7	+ 1,3	Greenwich.
			(49) Palès.			
Févr. 19	11.39.24	9.39.34,94	+ 0,66	78.44.49,2 (1)	+33,6	Paris.
23	11.20.33	9.36.26,94	+ 0,70	78.30.32,7	+24,3	Paris.
			(12) Victoria.			
Févr. 23	11.55.29	10.11.28,45	— 6,00	92.39.52,2	—27,6	Paris.
28	11.40.21	10. 6.40,06	— 6,07	92. 9.22,4	—30,6	Greenwich.
Mars. 8	11. 1.39	9.59.23,42	— 5,72	91.16. 1,5	—25,7	Greenwich.
15	10.19.12	9.53.46,08	»	90.27. 1,4	»	Paris.
16	10.14.32	9.53. 2,11	»	90.20. 0,3	»	Paris.
17	10. 9.54	9.52.19,94	»	90.13. 1,4	»	Paris.
18	10. 5.17	9.51.38,43	»	90. 6. 1,2	»	Paris.
19	10. 0.41	9.50.58,25	»	89.59. 6,9	»	Paris.
			(19) Fortuna.			
Mars. 15	11.57. 3	11.31.53,99	+15,44	88.34.38,1	+95,7	Paris.
16	11.52.14	11.31. 0,24	+15,54	88.28.19,3	+94,0	Paris.
17	11.47.24	11.30. 6,56	+15,44	88.22. 2,7	+93,6	Paris.
19	11.37.47	11.28.20,41	+15,45	88. 9.35,8	+94,9	Paris.
25	11. 9. 5	11.23.13,76	+15,16	87.33.10,4	+91,3	Paris.
28	10.54.55	11.20.50,13	+15,18	87.15.55,1	+93,2	Paris.
			(13) Égérie.			
Mars. 16	12.43.13	12.22. 8,20	+ 2,47	70.11.56,1	+29,8	Paris.
17	12.38.13	12.21. 3,55	+ 2,50	70.10.36,3	+30,9	Paris.
22	12.13. 7	12.15.36,45	+ 2,35	70. 7.22,2	+29,5	Paris.
25	11.58. 4	12.12.20,55	+ 2,59	70. 8.24,7	+28,7	Paris.
31	11.37.27	12. 5.58,05	+ 2,42	70.17.39,2	+29,3	Greenwich.
			(190) Ismène (2).			
Mars. 19	10.30.24	10.20.47,04	»	82. 8.14,1	»	Paris.
25	10. 4.16	10.18.13,33	»	81.42.56,8	»	Paris.
28	9.51.23	10.17. 8,47	»	81.31.29,8	»	Paris.

(1) Planète très faible. Observations douteuses en distance polaire.

(2) Cette observation de distance polaire est très douteuse.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(24) Thémis.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Mars. 17	12.34.27	12.17.16,67	— 0,28	91. 7.10,2	— 1,1	Paris.
22	12.11. 2	12.13.30,80	— 0,40	90.43.56,1	— 2,0	Paris.
28	11.42.56	12. 8.59,47	— 0,32	90.16.11,2	— 4,1	Paris.
			(139) Juewa.			
Mars. 21	11.16.32	11.14.54,94	»	81.42. 9,9	»	Paris.
22	11.11.41	11.14. 0,08	»	81.43.22,7	»	Paris.
25	10.57.15	11.11.21,09	»	81.47.40,8	»	Paris.
28	10.42.59	11. 8.52,18	»	81.53. 6,1	»	Paris.
			(207)			
Mars. 22	11.44.28	11.46.52,58	»	84.45.25,9	»	Paris.
25	11.29.44	11.43.55,46	»	84.33.10,7	»	Paris.
28	11.15. 5	11.41. 4,14	»	84.21.51,4	»	Paris.
			(211)			
Mars. 25	11.34. 8	11.48.20,44	»	94.51.30,4	»	Paris.
28	11.20. 8	11.46. 8,24	»	94.35.43,3	»	Paris.
			(21) Lutetia.			
Mars. 25	12. 3. 0	12.17.17,50	— 4,25	86.43. 3,0	—24,7	Paris.
28	11.48.28	12.14.32,20	— 4,24	86.26. 9,7	—23,8	Paris.
31	11.43.16	12.11.48,37	— 3,80	86. 9.53,9	—21,9	Greenwich.
			(9) Métis.			
Mars. 31	13.24.47	13.53.35,63	— 1,10	94.35.25,3	— 2,9	Greenwich.

» Les observations ont été faites à Paris par M. H. Renan.

» Toutes les comparaisons se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille;* par M. E. STEPHAN.

N° d'ordre.	Positions moyennes pour 1880,0. Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
1...	1.35.46,27	78. 0.19,2	Assez faible; assez petite; irrégulière; plus brillante au milieu.
2...	1.39.22,73	54. 8.23,8	Assez faible; assez petite; ronde; condensation graduelle vers le centre.
3...	2.31.30,67	88.32.45,7	Excess. petite; modér. brillante; ronde; forte condens. centrale; presque stellaire; 2s avant se trouve une ✶ 10e-11e.
4...	2.32.16,03	88.36.45,9	Très faible; modér. étendue; irrégul. ovoïde; fort peu de condens., mais un point excentrique un peu plus brillant.
5...	2.35. 7,38	97.26.59,5	Excess. excess. faible; ovoïde; un peu vapor.; allongée de NE à SO; touche une ✶ 12e au NE.
6...	2.51.16,00	90.47.39,2	Excess. faible et petite; ronde; condens. centrale; 2s avant se trouve une petite ✶.
7...	2.58.23,04	48.37. 6,6	Noyau de 11e grandeur, légèrement nébuleux.
8...	3. 0.45,91	91.15.34,3	Assez brillante; excess. petite; ronde; forte condens. centrale; a l'aspect d'une ✶ nébuleuse de 9e-10e grandeur.
9...	10.41. 1,30	99.18.32,3	Assez faible; petite; ronde; grad. cond. vers le centre; un petit point brill. presque central.
10...	10.56.25,98	71.21.47,3	Petit fuseau très faible, très délié; grad. condens. vers le centre; longueur 3′ environ; incliné N. 30° E.; qq. très petits points brillants.
11 (1).	11.32.47,01	62.58.24,1	Excess. faible; très petite; ronde; cond. centr.
12...	11.33.13,44	63. 1.38,9	Excess. faible et petite; grad. cond. vers le centre; ronde; un petit point brill. central.
13...	11.33.15,82	63. 2. 4,1	Excess. faible; exc. excess. petite; ronde; petit noyau central.
14...	11.35.12,09	64.31.51,5	Très petite ✶ enveloppée par une très faible et très petite nébulosité; comprise entre 2500 et 2502 J.-F.-W. Herschel.
15...	11.57.57,54	87.29. 9,9	Exc. faible et petite; un petit point brillant distinct de 2696 et 2700 J.-F.-W. Herschel.

(1) Groupe des nébuleuses 11, 12 et 13. Éclat : 12 < 13 < 11. Grosseur : 13 < 11 < 12.

Nº d'ordre.	Position moyenne pour 1880,0. Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
16..	12. 3. 4,86	45.19.37,3	Très faible; assez petite; arrondie; enveloppe deux petites étoiles.
17...	12. 3.13,75	45.14.29,2	Très faible; assez petite; arrondie; un peu plus faible que la précédente; pas de point brillant.
18...	12. 9.32,69	61. 9.14,2	Très faible; très très petite; ronde; condens. centrale avec noyau; distinct des nébuleuses voisines des Catal. de J.-F.-W. Herschel et de Dreyer.
19...	13.18.40,91	93.27.20,6	Très faible; très petite; irrég. arrondie; un peu condensée vers le centre; très vaporeuse sur le pourtour; près du centre, deux très petits points brillants très voisins.
20...	13.38.20,37	87.17.10,5	Excess. excess. faible; très petite; ronde; faible condensation graduelle centrale.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

Nº d'ordre.	Noms des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
1...	849 Rumker	1.36.38,80	78. 2.18,2	Cat. R.
2...	3199 Lalande	1.39. 0,90	54.15.43,2	Cat. L.
3...	469 Weisse (*A. C.*), H. II.	2.29.26,71	88.27.52,5	Cat. W.
4...	Id.			
5...	678 Weisse (*A. C.*), H. II.	2.40.47,92	97.29.52,7	Cat. W.
6...	852 Weisse (*A. C.*), H. II.	2.50. 1,99	90.41. 7,7	Cat. W.
7...	606 Arg. Z. + 41°	2.57.50,29	48.36.42,9	Cat. Arg.
8...	433 Lamont	2.57.37,58	91.17.24,3	Cat. Lam.
9...	754 Weisse (*A. C.*), H. X.	10.43.16,64	99.17. 0,1	Cat. W.
10...	1039 Weisse (*N. C.*), H. X.	10.53.14,41	71.20.50,4	Cat. W.
11...	633 Weisse (*N. C.*), H. XI.	11.33.55,38	63.10.54,2	Cat. W.
12...	Id.			
13...	Id.			
14...	656 Weisse (*N. C.*), H. XI.	11.34.58,11	64.31.47,4	Cat. W.
15...	920 Weisse (*A. C.*), H. XI.	11.54.51,31	87.27.43,6	Cat. W.
16...	12489 Arg. OEltzen	12. 8.53,43	45.22. 2,6	Cat. Arg. OElt.
17...	Id.			
18...	252 W. (*N. C.*), H. XII.	12.13.29,46	61.10.15,1	Cat. W.
19...	225 W. (*A. C.*), H. XIII.	13.15.18,00	93.28.22,7	Cat. W.
20...	633 W. (*A. C.*), H. XIII.	13.37.53,64	87.14.37,7	Cat. W.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la présence supposée des Protéacées d'Australie dans la flore de l'Europe ancienne.* Note de M. G. DE SAPORTA.

« Les Protéacées, presque entièrement confinées de nos jours dans l'hémisphère austral, se partagent fort naturellement en deux catégories principales, l'une sud-africaine, l'autre australienne. Ces deux associations régionales s'excluent mutuellement, les genres australiens, comme les *Petrophila, Grevillea, Lomatia, Banksia, Dryandra*, etc., manquant à l'Afrique, tandis que les genres africains, *Protea, Leucadendron, Leucospermum*, etc., ne se retrouvent pas dans la Nouvelle-Hollande. Cette exclusion réciproque semble répondre à une loi générale, et elle avait contribué à accroître la surprise qu'éprouvèrent les botanistes lorsque Fr. Unger, et après lui Ettingshausen, Debey et Oswald Heer, signalèrent des types australiens de Protéacées, rencontrés à l'état fossile dans plusieurs étages de la série géologique d'Europe, à partir de la craie récente d'Aix-la-Chapelle. Les espèces décrites par ces auteurs et par moi-même à leur exemple se rattachaient aux genres *Grevillea, Lomatia, Banksia* et *Dryandra,* pour ne parler que des moins incertaines.

» A. Brongniart, sans cesser d'exprimer des doutes et de formuler des réserves, avait fini par signaler un *Stenocarpites* parmi les espèces rapportées de Koumi par M. A. Gaudry.

» Le *Dryandra Schrankii* de Heer (*Comptonia dryandræfolia* Brongn.) semblait venir à l'appui de la nouvelle opinion. Le *Lomatites aquensis* Sap., des gypses d'Aix, ressemblait trait pour trait aux *Lomatia linearis* et *longifolia* R. Br. Le Mémoire d'Unger intitulé *New-Holland in Europa* fut considéré comme une sanction définitive de ces données. Pourtant, il semble dès maintenant que les réserves maintenues par A. Brongniart se trouvent justifiées, et, parmi les attributions de la première heure, un certain nombre ont dû s'effacer devant des appréciations plus légitimes. Le *Stenocarpites anisolobus* Brongn., que j'avais nommé ensuite *Grevillea anisoloba*, a été reconnu par Unger comme représentant les folioles détachées d'une grande feuille d'Araliacées, *Cussonia polydrys* Ung.

» Presque toutes les feuilles fossiles décorées du nom générique de *Grevillea* offrent une nervation qui se retrouve chez les Thymélées.

» Les *Dryandroides* d'Unger et la plupart des *Banksites* ont été reportés avec raison parmi les Myricées. J'ai restitué depuis des années au *Dryandra Schrankii* la dénomination primitive de *Comptonia dryandræfolia*, et un

exemplaire d'Armisson, appartenant au Muséum, montre encore, attenant au rameau de cette espèce, des organes fructificateurs de Myricées que j'avais observés épars au milieu des feuilles.

» Après un long examen, les *Dryandra Contzeniana* et *primæva* Deb., espèces de la craie sénonienne d'Aix-la-Chapelle, m'ont paru plutôt congénères des *Comptonia* que des *Dryandra*. Il resterait, il est vrai, le *Dryandra Micheloti* Wad. de l'éocène parisien et des arkoses de Brives, qui présente réellement la physionomie caractéristique des *Dryandra;* mais on voit d'ici à quel point les preuves ou, pour mieux dire, les indices tendant à faire croire à la présence dans l'ancienne Europe des Protéacées d'Australie tendent à s'atténuer et à perdre de leur valeur.

» Il faut ajouter que jusqu'à présent aucun fruit, aucune semence authentiques, recueillis à l'état fossile, ne sont venus forcer la conviction en dissipant tous les doutes.

» C'est en invoquant ces motifs que, dans un Supplément aux *Études sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire* ([1]), j'ai insisté sur l'incertitude qui s'attache à la détermination des Protéacées de la flore des gypses d'Aix. Il restait pourtant un dernier argument à invoquer en faveur de cette présence : il était tiré de l'extrême ressemblance des *Lomatites*, particulièrement du *L. aquensis* Sap., avec les *Lomatia linearis* et *longifolia* de la Nouvelle-Hollande. Mais cet argument perd beaucoup de sa force depuis que j'ai eu connaissance d'une Composée intertropicale qui m'a été envoyée du Brésil par M. Gorceix.

» Les feuilles de cette plante, qui, d'après une détermination due à l'obligeance de M. Decaisne, se rattache sûrement au *Baccharis semiserrata* D. C., var. *glabra*, ont un tel rapport avec celles du *Lomatites aquensis* Sap., que la pensée d'une affinité générique du type fossile avec celui qui vit actuellement dans la province de Minas-Geraës ressort invinciblement de leur comparaison.

» Le *Lomatites aquensis* est l'espèce caractéristique de la flore des gypses d'Aix, la plus fréquente de beaucoup parmi les Dicotylées de cette flore. Il en existe des centaines d'exemplaires, et de plus elle reparaît dans plusieurs autres localités tertiaires de Provence; elle est donc parfaitement connue. Malgré leur étroite ressemblance avec le *Baccharis semiserrata*, ressemblance qui s'étend du reste à plusieurs autres *Conizées*, les feuilles du *Lomatites aquensis* affectent des caractères de nature à faire croire à

([1]) *Annales des Sciences naturelles*, 5e série; *Botanique*, t. XVIII, p. 48 et 49.

l'existence d'une section ou sous-genre qui aurait été propre à la Provence tertiaire. Leur texture a dû être des plus coriaces; les dents marginales sont spinescentes et les nervures le plus souvent cachées dans l'épaisseur du parenchyme. Ces détails, que l'on retrouve chez les *Lomatia*, autorisaient, aussi bien que la forme générale, l'attribution adoptée en premier lieu, et pourtant, tout compensé, il semble encore plus naturel de reconnaître une Baccharidée qu'une Protéacée dans le *Lomatites aquensis* et de remplacer cette dénomination par celle de *Baccharites aquensis*. Une autre circonstance vient encore à l'appui de cette manière de voir : je veux parler de la fréquence relative des *akaines*, ou fruits de Composées, dans les mêmes lits où abondent les feuilles de l'ancien *Lomatites*.

» Ces organes, connus sous le nom de *Cypselites*, et que leur délicatesse, jointe à leur faible dimension, a dû soustraire dans presque tous les cas au phénomène de la fossilisation, comprennent, à Aix, au moins quatre espèces, dont trois seulement ont été décrites : ce sont les *Cypselites gypsorum*, *stenocarpus*, *Philiberti* et *socius*. Les deux derniers proviennent des schistes marneux feuilletés et présentent une entière conformité de caractères avec les akaines des *Coniza* et des *Baccharis*, c'est-à-dire que le corps de la graine, plus ou moins atténué en fuseau vers la base, aminci, puis tronqué au sommet, se trouve surmonté d'une aigrette sessile dont les poils simples et soyeux paraissent disposés sur un seul rang.

» Si les données dont je viens de formuler les éléments étaient acceptées comme définitives et entraînaient la disparition corrélative des Protéacées européennes congénères des types australiens, cette élimination, on ne peut le cacher, mettrait fin en même temps à l'une des anomalies les plus singulières dont la flore fossile européenne ait paru nous offrir l'exemple. En effet, la présence constatée sur notre continent, au temps passé, de types végétaux maintenant exotiques se trouve généralement en rapport avec la distribution géographique actuelle de ces mêmes types. Éliminés de notre sol, ils ont continué à vivre dans des régions voisines de la nôtre, avec laquelle ces régions ont pu autrefois contracter des connexions matérielles, plus tard détruites ou modifiées. C'est ainsi que des genres nombreux et très nettement caractérisés, les uns particulièrement africains, les autres confinés dans diverses parties de l'Asie ou propres à l'Amérique du Nord, ont certainement habité jadis en Europe. Les révolutions successives combinées avec l'abaissement graduel du climat de notre zone expliquent les éliminations survenues; mais l'implantation directe au cœur de l'ancienne Europe de toute une colonie de plantes, cantonnées de nos jours sur un

point de l'hémisphère austral, sans aucun jalon dans l'espace intermédiaire, comme le sont les *Banksia, Dryandra, Grevillea, Lomatia*, etc., auxquels il convient de joindre les *Eucalyptus*, constituerait un phénomène tellement à part, que nous avons le droit d'exiger, avant d'en admettre la réalité, des preuves décisives de nature à entraîner la conviction, et non pas seulement des indices. »

M. **Berthelot**, en présentant la seconde édition de son *Traité élémentaire de Chimie organique*, ajoute ce qui suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la seconde édition de mon *Traité élémentaire de Chimie organique*, édition publiée avec la collaboration de mon successeur dans la chaire de l'École supérieure de Pharmacie, M. Jungfleisch, savant bien connu de l'Académie.

» Cet Ouvrage repose sur la méthode de classification des substances organiques, fondée sur leur fonction chimique et sur leur synthèse progressive, méthode que j'ai proposée en 1860 dans ma *Chimie organique fondée sur la synthèse*. A cette époque, elle était nouvelle et tout à fait distincte, soit de la vieille classification fondée sur les conditions d'origine naturelle et les procédés d'extraction des principes immédiats; soit de la classification, par séries homologues, proposée par Gerhardt, soit de la classification établie d'après l'étude séparée de chaque série, dérivée d'un même corps fondamental, et qui règne encore dans la plupart des Livres les plus récents.

» La classification par fonctions permet de formuler les lois générales de composition, les lois de formation et de réaction, avec plus de clarté, à mon avis, qu'aucune division fondée sur des principes différents. Vingt-deux ans d'enseignement m'en ont montré toute l'utilité, et elle commence à être adoptée par un grand nombre d'autres savants; c'est ce qui excusera, je l'espère, les détails dans lesquels je viens d'entrer à cet égard.

» La nouvelle édition a été mise au courant de la Science par des additions et développements qui en ont doublé l'étendue. Nous avons cru utile de l'enrichir de nombreuses figures, conformément à l'usage aujourd'hui reçu ; nous avons présenté, en outre, avec détail les notions pratiques et les préparations usuelles; enfin, nous avons indiqué sommairement l'historique des principales découvertes et les noms de leurs auteurs [1].

---

[1] On trouvera des détails plus étendus à cet égard dans mon Ouvrage sur la *Synthèse chimique* (Germer-Baillière, 4e édition, 1880).

» Des Tables analytiques et des Index très étendus, occupant près d'une centaine de pages, rendent les recherches faciles, et augmentent l'utilité de notre œuvre. Puisse-t-elle être accueillie par le public avec une bienveillance qui réponde au travail qu'elle nous a coûté! »

M. **Boussingault** présente un Mémoire « Sur la dissociation de l'acide des nitrates pendant la végétation accomplie dans l'obscurité ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1881.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences physiques (Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe) : MM. H. Milne Edwards, de Lacaze-Duthiers, Alph. Milne Edwards, Blanchard et de Quatrefages réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et Vulpian.

Prix Savigny : MM. de Quatrefages, Blanchard, Milne Edwards, Ch. Robin et Alph. Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et d'Abbadie.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*) : MM. Gosselin, Vulpian, Bouillaud, Marey, Bouley, Ch. Robin, H. Milne Edwards, le baron Larrey, le baron Cloquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Sedillot et Cosson.

Prix Godard : MM. Vulpian, Gosselin, Bouillaud, Ch. Robin et le baron Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. le baron Cloquet et Blanchard.

Prix Serres : MM. Gosselin, Milne Edwards, Vulpian, de Lacaze-Duthiers et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et Alph. Milne Edwards.

RAPPORTS.

HYDRAULIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Graeff, *relatif à une série d'expériences faites au réservoir du Furens sur l'écoulement des eaux.*

(Commissaires : MM. Phillips, Bresse, Tresca rapporteur.)

« Le Mémoire que M. Graeff a présenté à l'Académie le 20 novembre 1876 aurait été depuis longtemps l'objet d'un Rapport si certains points de détail n'avaient engagé l'auteur à compléter ses premiers résultats par une nouvelle série d'expériences, dont l'utilité lui avait été signalée par vos commissaires.

» C'est pour la quatrième fois que la Science est redevable à M. Graeff de données précises dans des questions pour lesquelles aucune installation n'aurait pu suppléer aux ressources offertes par le réservoir qu'il a construit sur le Furens et qui, en lui-même, constitue un des ouvrages d'art les plus remarquables.

» Déjà M. le général Morin, dans trois Rapports présentés à l'Académie dans les séances des 14 décembre 1868, 12 août 1872 et 30 novembre 1873, vous a fait connaître les principales données scientifiques relatives au fonctionnement de ce réservoir. Nous sommes heureux d'avoir aujourd'hui à vous entretenir des recherches d'Hydraulique auxquelles a pu se livrer M. Graeff en utilisant les grandes charges d'eau qui y sont retenues. Ces recherches forment deux séries entièrement distinctes, consacrées l'une au débit des conduites forcées de distribution d'eau, l'autre à l'étude des déversoirs de barrage.

» I. Le Chapitre le plus nouveau du Mémoire de M. Graeff est celui dans lequel il rend compte de ses expériences sur des orifices avec charges sur le sommet, surtout en ce que ces charges ont dépassé, dans une si grande mesure, toutes celles des expériences antérieures, jusqu'à $40^{m},572$.

» Il est vrai que les orifices étaient alimentés, sous ces charges, par l'intermédiaire d'un tuyau de distribution de $0^{m},40$ de diamètre et de 182^{m} de longueur, en amont de la vanne de distribution, et que cette circonstance, si elle n'exerce pas une influence notable sur le débit, ne saurait cependant être sans action sur la forme de la veine à la sortie de l'orifice. L'écoulement ne se faisait pas d'ailleurs à l'air libre, mais dans un prolongement du tuyau d'amenée, dont l'extrémité venait déboucher

ensuite en contre-bas du niveau de l'eau maintenue dans le bassin de jauge.

» L'orifice lui-même était toujours très petit, puisque, pour la plus grande ouverture, sa section n'atteignait pas $0^{mq},0120$; elle est même descendue quelquefois jusqu'à $0^{mq},0020$.

» La forme de l'orifice était aussi très particulière; son contour était formé de deux arcs de cercle, l'un, à la partie inférieure, de $0^{m},20$ de rayon, et l'autre, à la partie supérieure, de $0^{m},24$. La hauteur de ce croissant n'a pas dépassé $0^{m},0385$. La vanne elle-même avait une épaisseur minimum de $0^{m},15$.

» Cet orifice se trouvait encore compliqué par la rainure, de $0^{m},12$ de profondeur, ménagée dans son plan pour la fermeture étanche de la vanne, de sorte qu'à proprement parler les résultats de l'expérience ne se trouvent établis que pour les vannages de cette sorte, à l'exclusion de toute autre disposition.

» Dans les limites que nous venons d'indiquer, non seulement les expériences ont été assez variées pour que l'auteur ait mis hors de doute la valeur 0,79 à 0,80 du coefficient de la dépense; mais, en comparant ses divers résultats numériques et en mettant en évidence l'influence du rapport $H : e$ de la charge totale H à la hauteur e de l'orifice, mesurée suivant son axe, il a pu établir avec certitude la loi qu'il énonce de la manière suivante :

» *La valeur du rapport* $H : e$ *de la charge à la hauteur d'orifice, à partir de laquelle le coefficient reste constant, va en diminuant à mesure que la hauteur d'orifice augmente, et la valeur, constante à partir de cette limite, du coefficient lui-même suit une loi décroissante à mesure qu'augmente la hauteur d'orifice.*

» Ce point établi, M. Graeff a eu la curiosité de rechercher si les expériences de ses devanciers ne satisferaient pas au même énoncé, et il a fait à nouveau l'examen de toutes les données fournies par les principales observations que possède la Science, celles de Poncelet et Lesbros en 1829, celles de Lesbros seul en 1833 et 1834. Cet examen l'a conduit à de nouvelles Tables, classées d'après la valeur du rapport $H : e$, et à faire certains rapprochements avec quelques-uns des chiffres de Lesbros, relatifs à des orifices de fond dont la contraction avait été supprimée sur trois côtés.

» On sait que toutes les expériences que nous venons de citer se rapportent à des orifices rectangulaires ayant une largeur constante de $0^{m},20$ et une hauteur qui a varié depuis $0^{m},025$ jusqu'à cette même dimension.

» En soumettant les résultats de ces expériences au mode de représentation graphique qu'il avait employé pour les siennes propres, M. Graeff

s'est trouvé autorisé à conclure que la permanence limite du coefficient est vraie pour toutes les hauteurs d'orifice et qu'elle se produit à une limite de charge d'autant plus grande que la hauteur de charge est plus petite.

» Pour mettre cette conclusion en parfaite évidence, il consacre toute une partie de son travail au calcul d'une nouvelle Table des coefficients pour ces orifices rectangulaires, avec charge sur leur sommet.

» Cette Table, indiquée sous le n° 2 dans le Mémoire que nous analysons, présente les valeurs de tous les coefficients de réduction, classés par rapport aux valeurs croissantes de H : *e*.

» Pour les sept types d'orifice qui sont compris dans cette Table, on reconnaît que la constance du coefficient apparaît, dans chaque cas, d'autant plus tard que l'orifice a une hauteur plus petite.

» En ce qui concerne plus particulièrement les orifices des expériences de Lesbros, prolongés par des canaux de même largeur, la même loi est parfaitement vérifiée et les coefficients eux-mêmes se rapprochent beaucoup de ceux qui correspondent aux orifices en forme de croissant des expériences de M. Graeff sur le Furens. Il y a sans doute quelque analogie entre ces différents résultats, mais nous n'irons pas jusqu'à suivre l'auteur dans la continuité qu'il voudrait établir, dès à présent et sans intermédiaires, entre les expériences de Lesbros et les siennes, sous le rapport de l'influence minime que lui paraît exercer la forme de la section; l'expérimentation directe peut seule prononcer à cet égard.

» Les articles 10 et 11 du Mémoire de M. Graeff sont consacrés à l'étude du mouvement de l'eau à l'aval de la vanne, dans la portion de conduite qui va rejoindre le puisard dans lequel cette eau se déverse et où le niveau d'aval a été observé.

» Nul doute que l'orifice ne dût être considéré comme noyé dans cette conduite complémentaire et que cette circonstance n'ait eu pour effet de compliquer encore les phénomènes; la perte de charge qui en résulte, et celle qui est due au frottement à l'aval ont été, dans tous les cas, et ainsi que l'admet l'auteur, de même ordre que le frottement à l'amont de l'orifice, et il aurait été préférable qu'il en fût tenu compte dès les premières expériences. L'orifice était trop exceptionnel d'ailleurs pour qu'il y ait lieu d'insister sur la dépression qui doit nécessairement se produire, par suite de l'élargissement brusque de section, immédiatement à la suite de l'orifice, et dont l'existence seule, indépendamment de tout mesurage précis, a été constatée par la succion qui s'est manifestée par divers orifices percés dans la paroi du tuyau.

» II. Les nouvelles expériences de M. Graeff sur l'écoulement en déversoir ne comprennent pas un champ aussi étendu, mais nous devons le féliciter d'avoir su profiter des dispositions prises au réservoir du Furens, quant aux moyens de jaugeage, pour étudier ce mode d'écoulement, sur lequel de nouvelles données sont toujours utiles.

» Le déversoir présentait, entre les murs qui le comprenaient à l'amont et à l'aval, une largeur de $1^m,50$; mais les quantités d'eau dont on a pu disposer étaient relativement restreintes, puisque le débit par seconde n'a varié qu'entre 21^{lit} et 108^{lit} par mètre de largeur, les charges correspondantes sur le seuil s'élevant, entre ces limites, de $0^m,051$ à $0^m,146$. Ce déversoir, avec contraction seulement sur le seuil, répondait exactement aux conditions d'établissement de celui de M. Boileau, et il résulte des nouvelles expériences de M. Graeff que le coefficient de réduction à appliquer au débit théorique varie régulièrement de 0,4052 pour le plus faible débit jusqu'à 0,4337 pour le plus grand. Les déterminations, au nombre de vingt-huit, étaient assez rapprochées pour qu'on pût utilement, et pour plus de précision, les corriger, au moyen d'un tracé continu, des petites erreurs inévitables dans les meilleures observations, et les chiffres définitifs donnent ainsi, pour chaque cas particulier, la valeur du coefficient de réduction avec la plus grande exactitude.

» La moyenne générale des coefficients calculés s'élève à 0,429, et leurs valeurs individuelles croissent dans le même sens que la hauteur de charge, depuis 0,401 jusqu'à 0,445. En réalité, cependant, ils ne correspondent aux données directes de l'expérience que depuis 0,406 jusqu'à 0,434, l'auteur ayant pensé que, eu égard à la forme très favorable de la courbe représentative de ces coefficients, il lui était permis de la continuer, par extrapolation, en deçà de la charge de $0^m,05$ et au delà de celle de 0,1465. L'origine des coordonnées donnait effectivement un point de repère pour la continuation de la courbe jusqu'au-dessous de la plus petite charge de l'expérience; mais on ne saurait justifier aussi bien son prolongement jusqu'à la charge de $0^m,20$, sur laquelle cependant M. Graeff n'a pas craint de s'appuyer dans une de ses conclusions.

» En comparant ses coefficients avec ceux, devenus classiques, de M. Boileau, pour un dispositif analogue et ne différant que par la largeur du déversoir, qui est certainement sans influence notable, le coefficient de la dépense augmente avec la charge, à l'inverse de ce qui s'est produit dans les expériences de Poncelet et Lesbros, avec contraction sur le seuil et sur les deux côtés, et même dans les expériences spéciales de Lesbros, où il

n'y avait non plus de contraction que sur le seuil. Cette divergence ne tiendrait d'ailleurs qu'au mode d'appréciation de la hauteur d'eau, lue très exactement dans les nouvelles expériences.

» Ces résultats sont parfaitement établis ; mais nous serons moins affirmatifs en ce qui concerne la constance du coefficient maximum lorsque le niveau dépasse une certaine charge, bien que cette tendance soit déjà marquée dans les derniers chiffres de M. Graeff, comme dans ceux de M. Boileau. D'autres déterminations sont encore nécessaires pour mettre cette conclusion, si plausible qu'elle soit, au nombre des faits constatés définitivement par l'expérience.

» En résumé, le Mémoire de M. Graeff fait connaître les résultats d'expériences bien discutées sur l'écoulement de l'eau par des orifices de fond, sous des hauteurs de charge qui laissent bien loin toutes celles qui avaient été étudiées jusqu'ici, mais seulement pour les orifices, en forme de croissants, des vannes de conduites d'eau, lorsque ces vannes sont très peu ouvertes.

» Il contient un examen très intéressant de la valeur du coefficient de dépense dans ce cas, et il met en évidence la loi de la constance de ce coefficient lorsque le rapport de la hauteur de charge à celle de l'orifice dépasse une certaine limite.

» La Table n° 2 de ce Mémoire permettra désormais de déterminer avec plus de sécurité la valeur du coefficient à employer dans chaque cas particulier, et sous ce rapport elle mérite d'être signalée à l'attention des ingénieurs.

» D'un autre côté, les expériences sur le débit des déversoirs de barrage, avec murs continués au delà et en deçà, fournissent des coefficients qui méritent toute confiance et qui pourront être employés toutes les fois que la hauteur d'eau sur le seuil ne dépassera pas $0^m,15$.

» Les résultats obtenus par M. Graeff dans ce travail forment la suite naturelle de ses précédents Mémoires sur la construction et l'étude du bassin de retenue du Furens ; à ce titre, et en raison des nouveaux résultats obtenus par l'auteur, nous proposons à l'Académie d'en ordonner, comme elle l'a déjà décidé pour les trois autres, l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de la morphine en codéine et en bases homologues.* Note de M. E. GRIMAUX.

« La formule de la morphine, $C^{17}H^{19}AzO^3$, et de la codéine, $C^{18}H^{21}AzO^3$, montre que ces deux bases diffèrent entre elles par CH^2, et que la codéine peut être considérée comme dérivant de la morphine par substitution d'un groupe CH^3 à 1^{at} d'hydrogène.

» Un chimiste anglais, M. How, essaya, en 1853, l'action de l'iodure de méthyle sur la morphine; mais il obtint un isomère de l'iodhydrate de codéine, ne présentant aucun des caractères d'un sel d'alcaloïde, ne précipitant ni par l'ammoniaque ni par la potasse, se comportant comme un iodure d'ammonium quaternaire.

» Plus récemment, MM. Matthiessen et Wright ont précisé la relation de la morphine et de la codéine; en chauffant la morphine avec l'acide chlorhydrique, ils lui ont enlevé les éléments de l'eau et l'ont convertie en apomorphine; la codéine, soumise au même traitement, fournit également de l'apomorphine et en outre du chlorure de méthyle. Ils ont donc admis dans la morphine l'existence d'un groupement alcoolique OH et dans la codéine celle d'un groupement OCH^3; mais rien n'indiquait la possibilité du passage de l'une des bases à l'autre.

» En considérant les diverses réactions de la morphine, ses propriétés réductrices, sa solubilité dans la potasse, l'eau de chaux, l'eau de baryte, la coloration qu'elle prend avec les sels ferriques, j'ai pensé qu'elle se rapprochait des phénols par ces caractères. La morphine serait un corps de fonction complexe, renfermant au moins un oxyhydrile phénolique, et la codéine serait alors l'éther méthylique de la morphine, considérée comme phénol.

» Pour tenter cette transformation, il ne restait donc qu'à appliquer le procédé connu, c'est-à-dire à chauffer la morphine avec de la potasse ou de la soude alcoolique et de l'iodure de méthyle.

» En employant 1^{mol} de morphine dissoute dans de l'alcool renfermant 1^{mol} de soude, ajoutant 2^{mol} d'iodure de méthyle et chauffant doucement le mélange, on constate une vive réaction, qui se termine au bout de quelques instants. Le phénomène a bien lieu dans le sens prévu, mais il se com-

plique d'une réaction secondaire. Au lieu de codéine libre, on obtient l'iodométhylate de codéine $CH^3I,C^{17}H^{18}AzO^2(OCH^3)$, dont le rendement est de 85 pour 100 du rendement théorique. En même temps qu'il y a double décomposition entre l'iodure de méthyle et la morphine sodée, une autre portion de l'iodure de méthyle se fixe directement sur la molécule.

» Le corps ainsi obtenu est absolument identique avec le produit d'addition de la codéine et de l'iodure de méthyle, auquel on l'a attentivement comparé. Il est, en effet, facile à caractériser; presque insoluble dans l'alcool, soluble dans l'eau bouillante, il s'en sépare sous deux formes différentes, suivant les conditions de la cristallisation; par refroidissement lent, il est en cristaux, durs, transparents, anhydres, assez volumineux; par refroidissement rapide, en fines aiguilles soyeuses, renfermant de l'eau de cristallisation.

» Pour obtenir de la codéine libre, il faut donc employer une quantité moitié moindre d'iodure de méthyle; effectivement, en épuisant par l'éther le produit de la réaction, on retire de la codéine, mais le rendement est très faible : 20^{gr} de morphine ont donné seulement 2^{gr} de chlorhydrate de codéine. C'est que, en raison de la grande tendance de l'iodure de méthyle à se fixer sur les alcaloïdes, une majeure partie s'est unie à la morphine pour former de l'iodométhylate de morphine sodée, tandis qu'une faible quantité seulement a réagi par double décomposition. Il est facile de prouver que le phénomène se passe ainsi, car, après avoir enlevé la codéine par l'éther, on peut extraire du résidu de l'iodométhylate de morphine ou, en le traitant par une nouvelle quantité d'iodure de méthyle, le convertir en iodométhylate de codéine.

» La codéine a été purifiée par les moyens ordinaires : transformation en chlorhydrate, décomposition de ce sel par la potasse, cristallisation dans l'éther anhydre ou dans l'alcool faible.

» Elle présente alors tous les caractères de la codéine extraite de l'opium : la composition centésimale; le point de fusion fixé à 153°; la solubilité dans l'eau, l'alcool et l'éther; la nature des sels qui sont précipités par la potasse, mais non par l'ammoniaque ou les carbonates alcalins; enfin la forme cristalline, que M. Friedel a eu l'obligeance de déterminer.

« Les cristaux de codéine artificielle sont, comme ceux de codéine naturelle, des prismes orthorhombiques *m* modifiés seulement par des faces e^1 et de petites facettes e^2.

» Les faces sont brillantes, mais inégales : cela est vrai aussi de la codéine naturelle, ainsi qu'on le voit par les divergences des mesures publiées par Miller, Kopp, Senarmont, et par

M. Des Cloizeaux. On a mesuré comparativement les cristaux de codéine artificielle et ceux de codéine naturelle et l'on a trouvé (angle des normales) :

	Codéine artificielle.	Codéine naturelle.		
	° ′	° ′		° ′
mm	87. 2	87.45	Miller	87.40
			Des Cloizeaux.	87.48
e^1e^1	78.55	79. 9	Kopp........	78.30
e^1m	63.40	63.47	Miller........	63.42
e^1e^2	16.30	17. 3	Calculé....... / Miller	17. 8

» Les deux espèces de cristaux offrent un clivage très facile, parallèle à la base p. »

(Friedel.)

» La difficulté d'obtenir des rendements notables en codéine provient, avons-nous dit, de la rapidité avec laquelle l'iodure de méthyle s'unit par addition à la morphine et à la codéine. En essayant sur ces bases l'action de l'iodure d'éthyle, j'ai constaté que celui-ci ne s'y unit directement qu'avec une grande lenteur; il a donc semblé probable qu'en faisant réagir l'iodure d'éthyle sur la morphine sodée on obtiendrait une morphine éthylée, homologue de la codéine, dont le rendement serait beaucoup plus avantageux : c'est ce qui a lieu en effet.

» En opérant avec l'iodure d'éthyle comme on l'avait fait avec l'iodure de méthyle, on extrait, suivant le même procédé, une base nouvelle, $C^{19}H^{23}AzO^3$, homologue de la codéine, et qui représente l'éther éthylique de la morphine, considérée comme phénol; le rendement est de 40 à 45 pour 100 du poids de la morphine. La nouvelle base s'obtient cristallisée avec 1^{mol} d'eau; elle est en belles lames dures, brillantes, un peu moins solubles dans l'eau bouillante que la codéine (elle exige trente-cinq à quarante fois son poids d'eau), très solubles dans l'éther et dans l'alcool; elle fond, à 83°, en un liquide limpide qui ne cristallise pas par solidification, mais se prend en une masse vitreuse, transparente et incolore; maintenue à 100°, elle s'altère en brunissant. Elle est précipitée de ses sels par la potasse et les carbonates alcalins, mais n'est pas précipitée par l'ammoniaque. Le *chlorhydrate* est en fines aiguilles groupées en mamelons.

» La codéine est donc un éther méthylique de la morphine, et l'on peut obtenir avec cette dernière une série de bases nouvelles dont la codéine est le type et la morphine le *substratum*, série aussi nombreuse que la série des éthers d'un alcool.

» Ces bases étant des analogues de la codéine, je proposerai de leur

donner le nom générique de *codéines;* les codéines seraient les éthers de la morphine. L'éther méthylique est la *codométhyline* ou, plus simplement, la codéine; l'homologue que je viens de décrire est l'éther de la série éthylique, la *codéthyline*.

» J'ai l'intention de préparer quelques autres corps de cette série, qui me paraissent devoir fournir un sujet d'étude intéressant aux physiologistes, et peut-être des ressources nouvelles à la Thérapeutique. Déjà M. Bochefontaine a expérimenté la codéthyline et a constaté qu'elle est toxique à doses peu élevées; elle agit comme convulsivante. Il est à remarquer que cette base, $C^{19}H^{23}AzO^{3}$, diffère, par 2^{at} d'hydrogène en plus, de la thébaïne, dont Claude Bernard a établi le pouvoir convulsivant.

» Je m'empresserai de faire connaître à l'Académie les nouveaux résultats que j'obtiendrai dans l'étude de la morphine et de ses dérivés. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les plus anciens Reptiles trouvés en France.* Note de M. A. GAUDRY.

« Jusqu'à ces dernières années, nous ne savions pas sous quelle forme les quadrupèdes ont fait leur apparition dans notre pays. J'ai tâché de l'apprendre en étudiant les fossiles des schistes permiens des environs d'Autun. Plusieurs géologues ont bien voulu m'aider en me communiquant les échantillons qu'ils ont découverts; ce sont M. le pasteur Frossard, MM. Loustau, François Delille, l'abbé Duchêne, Pellat, Vélain, Renault, Durand, Tarragonet et surtout MM. Roche; ces jours-ci encore, M. Jutier, ingénieur en chef des Mines, m'a donné pour le Muséum des pièces très précieuses. J'ai fait connaître en 1867 l'Actinodon, en 1875 le Protriton, en 1878 le Pleuronoura et l'Euchirosaurus, en 1880 le Stereorachis.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un bloc du permien d'Igornay rempli d'os du *Stereorachis dominans*. Il m'a été envoyé par MM. Roche. Ce bloc, d'une dureté extrême, a été sculpté avec talent par un artiste du Muséum, M. Stahl. C'est, je pense, le plus beau morceau de quadrupède qui ait encore été trouvé dans un terrain primaire. On y voit réunis la mâchoire supérieure et inférieure, de nombreuses vertèbres, des côtes, un entosternum, une clavicule, une omoplate, un coracoïde, un humérus et même un coprolite. Mais, en général, les ossements du permien ont été recueillis isolément, et, comme ils proviennent d'animaux très différents des genres actuels, leurs agencements sont difficiles à déterminer. Peu à peu, cependant, quelques-uns des traits des créatures étranges qui ont ha-

bité notre pays dans les âges primaires commencent à apparaître. Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre le résumé des principales remarques que j'ai pu faire.

» Il y avait déjà, à la fin des temps primaires, de grands quadrupèdes; le Stereorachis et l'Euchirosaurus devaient avoir près de 2^m de long; leurs fortes dents pointues et leurs coprolites, remplis de débris d'animaux, indiquent que c'étaient des carnivores.

» La grandeur de nos échantillons permet de bien étudier les curieuses écailles en forme d'épines qui couvraient le ventre de l'Euchirosaurus, de l'Actinodon et du Stereorachis. Lorsque ces animaux se renversaient sur le dos et présentaient leur face ventrale soutenue par de larges côtes, un entosternum et des épisternums très forts, et protégée par des écailles épineuses, ils devaient être inattaquables.

» Les Reptiles permiens révèlent de notables progrès accomplis depuis l'époque dévonienne, où la plupart des Vertébrés étaient encore notocordaux. Dans l'Euchirosaurus et l'Actinodon, les éléments des corps des vertèbres étaient déjà développés, mais non soudés ensemble; dans le Stereorachis, leur ossification était achevée.

» Les neurépines des vertèbres de l'Euchirosaurus avaient une conformation qui n'a été signalée jusqu'à présent sur aucun autre animal vivant ou fossile : elles avaient d'énormes dilatations latérales, de telle sorte que leur largeur égalait la hauteur totale des vertèbres.

» Lorsque j'ai pour la première fois décrit l'Actinodon, je n'avais pu savoir s'il avait une vertèbre occipitale; aujourd'hui le Muséum de Paris possède quatre crânes qui, à force de travail, ont été assez bien dégagés de leur gangue pour y constater la présence de condyles occipitaux.

» La ceinture thoracique était compliquée. Les échantillons d'Actinodon et d'Euchirosaurus reçus dernièrement me font supposer que l'os en forme de rame qui s'articulait par glissement avec l'épisternum ou clavicule était un sus-claviculaire, que le grand os plat décrit d'abord comme un coracoïde était l'omoplate; nous avons des morceaux où, à côté de l'omoplate, on voit le coracoïde. L'examen de ces pièces, ainsi que de celles du Stereorachis et du Protriton, me paraît jeter quelque lumière sur les homologies des os des membres antérieurs des Poissons, qui ont été l'objet de beaucoup de débats parmi les naturalistes.

» Par leurs côtes élargies, par la disposition de leur ceinture thoracique, par leurs écailles en forme de piquants et surtout par les caractères de l'humérus, les Reptiles permiens de France, comme quelques-uns des fossiles

signalés par M. Owen dans l'Afrique australe, semblent avoir diminué quelque peu le vaste intervalle qui existe aujourd'hui entre les Reptiles et les Mammifères monotrèmes.

» La forme et le développement des os de la tête, des côtes, de l'entosternum et des pièces des membres montrent que les Reptiles primaires ne réalisent point l'idée de l'archétype vertébral qui a tant occupé plusieurs éminents naturalistes; la Paléontologie ne permet pas de concevoir les squelettes des Vertébrés ayant pour point de départ une série de vertèbres placées bout à bout.

» Nos Reptiles ont des traits de ressemblance avec ceux du trias, soit de l'Europe, soit de l'Afrique australe. Il semble donc que la séparation entre l'époque primaire et l'époque secondaire est une séparation artificielle, et qu'il y a eu continuité de vie entre ces deux grandes époques.

» Je suis frappé aussi des ressemblances qui apparaissent entre nos Reptiles du permien de France et ceux du permien des États-Unis découverts par M. Cope. Cela paraît indiquer des liens anciens entre l'Europe et l'Amérique.

» Si l'on ajoute aux Reptiles dont je viens d'entretenir l'Académie les Poissons étudiés autrefois par Mgr Landriot, MM. de Blainville et Agassiz, le Pleuracanthus et le Megapleuron que j'ai signalés récemment, le Crustacé décrit par M. Brocchi sous le nom de *Nectotelson* et les végétaux sur lesquels M. Adolphe Brongniart, au moment de sa mort, faisait les admirables recherches que M. Renault continue en ce moment, on peut commencer à se faire quelque idée de la physionomie du monde organique dans notre pays à la fin des temps primaires. »

CORRESPONDANCE.

M. de Gasparin, élu Correspondant dans la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *Ph. Gilbert,* intitulée « Michel Chasles ». (Présentée par M. d'Abbadie.)

ASTRONOMIE. — *Comète découverte par M. Swift, le 30 avril 1881. Observations faites à l'Observatoire de Marseille*, par M. **Borrelly**. Communiquées par M. Stephan.

Date. 1881.	Heure de l'observation (temps moyen de Marseille).	Ascension droite de ✱☄.	Distance polaire de ✱☄.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Mai 3...	14.13.20	0.12. 5,37	55.39. 6,3	$-\bar{1},7157$	−0,6422	*a*
4...	14.28.25	0.15.36,80	56.37.54,5	$-\bar{1},7040$	−0,6283	*b*
5...	14.47.20	0.19.18,19	57.40.38,7	$-\bar{1},7060$	−0,6641	*c*
6...	14.49.30	0.23. 2,28	58.44.36,5	$-\bar{1},7019$	−0,6744	*d*
7...	15.18. 5	0.26.55,12	59.51.39,8	$-\bar{1},7013$	−0,7173	*e*
9...	15.22.37	0.34.52,71	62. 9.51,0	$-\bar{1},6917$	−0,7325	
11...	14.54.49	0.43. 5,80	64.34. 0,9	$-\bar{1},6793$	−0,7134	*g*

» La comète est brillante, à peu près ronde; son diamètre est de 2′ environ; pas de noyau (Note du 3 mai).

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1881,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
			h m s	° ′ ″	
a...	230 Weisse (*n. c.*), H. O.	9	0.10. 0,11	55.29.18,9	Cat. de W.
b...	428 Weisse (*n. c.*), H. O.	9	0.18.14,79	56.46.56,5	»
c...	403 Weisse (*n. c.*), H. O.	9	0.17.15,21	57.38.58,7	»
d...	581 Weisse (*n. c.*), H. O.	7,8	0.24.22,40	58.31.17,5	»
e...	81 Arg.-Z. + 30°	9	0.30. 3,67	59.44.16,9	Cat. Arg.
f...	98 Arg.-Z. + 27°	8,8	0.32.39,08	62.17.23,7	»
g...	1031 Weisse (*n. c.*), H. O.	7,8	0.41.13,03	64.21.33,8	Cat. de W.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la séparation des racines des équations numériques*. Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. On peut trouver aisément un grand nombre de théorèmes qui fournissent une limite du nombre des racines d'une équation qui sont comprises entre deux nombres donnés. Il semble même que cette multiplicité de propositions obscurcisse la question plutôt qu'elle ne l'éclaircit; c'est, en effet, un problème difficile à résoudre que de déterminer, une équation étant donnée, quelle est celle des règles dont l'emploi est le plus avantageux. Je crois néanmoins que leur étude est de la plus grande importance; dans la pratique, les équations se présentent en effet sous

des formes bien différentes, et chaque forme d'équation donne lieu à des théorèmes spéciaux dont chacun présente des avantages particuliers.

» J'en ai déjà donné un exemple en montrant comment la règle des signes de Descartes s'étend au cas où le premier membre de l'équation est exprimé au moyen des polynômes de Legendre ou, plus généralement, au moyen de polynômes satisfaisant à une équation linéaire du second ordre. Voici, dans le même ordre d'idées, quelques propositions très simples et qui peuvent être de quelque utilité.

» 2. Soit, en désignant par ω une quantité positive quelconque et par

$$\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \ldots,\ \alpha_{n-2},\ \alpha_{n-1}$$

des quantités réelles quelconques rangées par ordre croissant ou décroissant de grandeur,

$$F(x) = \frac{A_0}{(x-\alpha_0)^\omega} + \frac{A_1}{(x-\alpha_1)^\omega} + \cdots + \frac{A_{n-1}}{(x-\alpha_{n-1})^\omega}.$$

Cela posé, ξ désignant une quantité quelconque comprise entre α_i et α_{i+1}, *le nombre des racines de l'équation* $F(x) = 0$, *qui sont comprises entre* ξ *et* α_{i+1}, *est au plus égal au nombre des alternances* (¹) *de la suite*

$$\frac{A_{i+1}}{(\xi-\alpha_{i+1})^\omega} + \frac{A_{i+2}}{(\xi-\alpha_{i+2})^\omega} + \cdots + \frac{A_{i-1}}{(x-\alpha_{i-1})^\omega} + \frac{A_i}{(x-\alpha_i)^\omega}.$$

» Comme application, considérons l'équation

$$\frac{1}{x-2} - \frac{1}{x-3} + \frac{1}{x-5} = 0.$$

En désignant par ε une quantité infiniment petite et en substituant successivement $-\infty$, $2+\varepsilon$, $5-\varepsilon$, $+\infty$, on trouve les suites suivantes :

$$1 - 1 + 1,\quad 1 - \tfrac{1}{3} + \infty,\quad -\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{3} - \infty,\quad 1 - 1 + 1.$$

Comme elles ne présentent aucune alternance, on en conclut que la proposée a toutes ses racines imaginaires.

(¹) J'entends par *nombre des alternances* d'une suite $A + B + C + D + \ldots$ le nombre des variations des termes

$$A,\quad A+B,\quad A+B+C,\quad A+B+C+D,\quad \ldots.$$

Il est important de remarquer qu'il ne peut surpasser le nombre des variations des termes $A, B, C, D, \ldots$.

» 3. *Si ω est une quantité positive quelconque, l'équation*

$$a + bx + cx(x-\omega) + dx(x-\omega)(x-2\omega) + \ldots = 0$$

a au moins autant de racines positives que l'équation

$$a + bx + cx^2 + dx^3 + \ldots = 0.$$

» Soit, par exemple, le polynôme hypergéométrique du degré n

$$\mathrm{F}(x) = 1 - \frac{n}{1}\frac{x}{\alpha} + \frac{n(n-1)}{1.2}\frac{x(x-\omega)}{\alpha(\alpha+1)} - \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\frac{x(x-\omega)(x-2\omega)}{\alpha(\alpha+1)(\alpha+2)} + \ldots,$$

où α et ω désignent des *quantités positives quelconques;* il résulte de la proposition précédente que l'équation $\mathrm{F}(x) = 0$ a au moins autant de racines positives que l'équation

$$1 - \frac{n}{1}\frac{x}{\alpha} + \frac{n(n-1)}{1.2}\frac{x^2}{\alpha(\alpha+1)} - \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\frac{x^3}{1.2.3} + \ldots = 0.$$

Or cette dernière a ses n racines réelles et positives, comme on le voit aisément par l'équation différentielle

$$x\frac{d^2y}{dx^2} + (\alpha - x)\frac{dy}{dx} + ny = 0,$$

à laquelle satisfait son premier membre. L'équation $\mathrm{F}(x) = 0$, qui est également du degré n, a donc toutes ses racines réelles et positives.

» 4. J'énoncerai encore la proposition suivante :

» a désignant une quantité arbitraire, considérons la suite

$$f(x) + f'(x)(a-x) + f''(x)\frac{(a-x)^2}{1.2} + f'''(x)\frac{(a-x)^3}{1.2.3} + \ldots.$$

Soient V_α et V_β le nombre d'alternances que présente cette suite quand on y remplace successivement x par α et par β; cela posé, *le nombre des racines de l'équation $f(x) = 0$, qui sont comprises entre α et β, est au plus égal à la somme des nombres V_α et V_β si a est compris entre α et β, et au plus égal à leur différence dans le cas contraire.*

» En particulier, la suite considérée n'offre aucune alternance si l'on fait $x = a$, d'où une proposition très simple que l'on peut énoncer de la façon suivante :

» *Le nombre des racines de l'équation $f(x) = 0$, qui sont comprises entre les*

nombres a et a + h, ne peut surpasser le nombre des alternances de la suite

$$f(a) + h\,f'(a) + \frac{h^2}{1.2}\,f''(a) + \frac{h^3}{1.2.3}\,f'''(a) + \ldots,$$

et de là encore cette importante conséquence :

» *Si l'on désigne respectivement par* M *et par* N *la plus petite et la plus grande des quantités*

$$f(a),\quad f(a) + h\,f'(a),\quad f(a) + h\,f'(a) + \frac{h^2}{1.2}\,f''(a),\quad \ldots,$$

la fonction $f(x)$ conserve toujours, quand x varie depuis a jusqu'à a + h, une valeur comprise entre les quantités M *et* N. »

PHYSIQUE. — *Sur le principe de la conservation de l'électricité.* Mémoire de M. G. Lippmann, présenté par M. Jamin. (Extrait par l'auteur.)

« Le principe de la conservation de l'électricité s'exprime (¹) donc par la condition d'intégrabilité (α). Ainsi mis en équation, il est susceptible d'applications nouvelles : il permet non seulement d'analyser certains phénomènes, mais d'en déduire l'existence et la loi de phénomènes nouveaux que l'expérience n'avait pas encore fait connaître. Je vais donner quelques exemples de ses applications.

» Comme premier exemple, je prends le phénomène découvert par M. Boltzmann en 1875. Ce physicien se proposait de mesurer ce qu'on appelle le *pouvoir diélectrique des gaz*. A cet effet, il dispose à poste fixe, sous la cloche d'une machine pneumatique, deux plateaux métalliques parallèles A, T, qui forment les deux armatures d'un condensateur à lame d'air; A est isolé, T en communication avec le sol. On commence par charger ce condensateur en mettant le plateau A en communication pendant un instant avec le pôle d'une pile dont l'autre pôle est en communication avec le sol, puis on isole A. Vient-on ensuite à augmenter la pression p du gaz qui est sous la cloche, on constate que la quantité d'électricité libre en A diminue ; l'isolement est resté parfait et le plateau A est demeuré immobile; mais la capacité du condensateur est devenue plus grande quand on a introduit du gaz sous la cloche, supposée vide d'abord. Tout se passe comme si la distance entre les plateaux était devenue D fois plus petite. Le gaz jouit donc de la propriété de rendre, par sa

(¹) Voir *Comptes rendus*, 2 mai 1881.

présence, la capacité du condensateur D fois plus grande; D est ce qu'on appelle le pouvoir diélectrique du gaz sous la pression p. M. Boltzmann a constaté que D varie d'un gaz à l'autre et que, pour un même gaz, D varie proportionnellement à la pression p.

» Tel est le phénomène donné par l'expérience et auquel nous voulons appliquer l'équation (α). A cet effet, prenons pour variables indépendantes le potentiel x du plateau A et la pression p du gaz. Posons

$$dm = c\,dx + h\,dp; \tag{1}$$

dm est la quantité d'électricité reçue par le plateau A lorsque x augmente de dx et p de dp, c est la capacité du condensateur lorsque le gaz est maintenu à la pression p, h est un coefficient qui, d'après l'expérience de M. Boltzmann, est positif. L'équation (α) devient ici

$$\frac{\partial c}{\partial p} = \frac{\partial h}{\partial x}. \tag{α'}$$

Cette équation exprime le principe de la conservation de l'électricité.

» Afin de compléter l'étude du phénomène de M. Boltzmann, il convient de joindre à l'équation (α') celle qui exprime le principe de la conservation de l'énergie. Lorsqu'on déplace d'une quantité infiniment petite le piston de la machine pneumatique de M. Boltzmann, le volume v de l'air contenu dans l'appareil varie de dv. Si l'on pose $dE = p\,dv - x\,dm$, dE est la différentielle de l'énergie, et l'on démontre sans peine que le principe de la conservation de l'énergie s'exprime par la condition que dE soit une différentielle exacte. Pour écrire cette condition, il faut exprimer dv en fonction de x et de p. Posons donc $dv = a\,dx + b\,dp$, a étant un coefficient sur lequel nous ne faisons aucune hypothèse, v une fonction de p et peut-être de x. On a, par conséquent, la relation

$$\frac{\partial a}{\partial p} = \frac{\partial b}{\partial x}. \tag{1}$$

En substituant à dv sa valeur dans l'expression de dE, il vient

$$dE = (ap - cx)\,dx + (bp - hx)\,dp.$$

» Pour que dE soit une différentielle exacte, il faut que l'on ait

$$\frac{\partial(ap - cx)}{\partial p} = \frac{\partial(bp - hx)}{\partial x},$$

ou, en développant et en tenant compte de l'équation (1),

$$(\beta) \qquad a = x\left(\frac{\partial c}{\partial p} - \frac{\partial h}{\partial x}\right) - h.$$

» Cette équation (β) exprime le principe de la conservation de l'énergie. En tenant compte de l'équation (α), l'équation (β) se réduit à

$$(\beta') \qquad a = -h.$$

» Tel est donc le résultat de l'analyse. Les deux principes de la conservation de l'électricité et de la conservation de l'énergie s'expriment par le système des équations (α') et (β'). h étant, d'après l'expérience, une quantité positive, a est, d'après l'équation (β'), toujours différent de zéro et négatif; or a est la dérivée partielle de v par rapport au potentiel x, d'où le phénomène suivant : si, à pression constante, on électrise de plus en plus le plateau A, le gaz qui l'entoure *se contracte* sous l'influence de cette électrisation. L'application de l'équation (α) fait donc prévoir une propriété électrique nouvelle des gaz. Je dis l'équation (α), car l'équation (β), prise toute seule, ne permet nullement de conclure que a est différent de zéro. La contraction électrique des gaz a été aperçue récemment par un habile expérimentateur allemand, M. Quincke, dans une expérience faite sur l'acide carbonique.

» M. Boltzmann a vérifié, par l'expérience, que l'on a

$$D = 1 + \gamma p = n^2,$$

γ étant une constante spécifique du gaz et n son indice de réfraction. En introduisant ce résultat dans les équations précédentes, on en conclut sans peine que l'on a

$$\Delta v = -\tfrac{1}{2}\gamma c_0 x^2,$$

Δv étant la contraction électrique du gaz et c_0 la capacité du condensateur dans le vide. Puisque l'on a

$$1 + \gamma p = n^2,$$

il s'ensuit que $\gamma = \frac{n^2 - 1}{p}$, ou, en d'autres termes, que ce que l'on peut appeler le *coefficient de contraction électrique d'un gaz* est égal à sa puissance réfractive pour la lumière.

» Dans le Mémoire ci-joint, j'applique encore la même analyse à plusieurs phénomènes électriques : dilatation du verre d'une bouteille de

Leyde pendant la charge; électrisation par compression des cristaux hémièdres; pyro-électricité des cristaux. On trouve, entre autres résultats, l'existence et la grandeur des phénomènes suivants, que l'expérience n'a pas encore vérifiés : 1° le pouvoir diélectrique du verre augmente sous l'action d'une traction mécanique; 2° les cristaux à hémiédrie non superposable changent de forme lorsqu'on les soumet à l'influence électrique, et cette déformation est parfois de sens contraire à celle que tendent à produire les attractions électriques; 3° un cristal pyro-électrique s'échauffe ou bien se refroidit à l'approche d'un corps électrisé, suivant que ce corps est électrisé positivement ou négativement.

» Les phénomènes ainsi prévus sont inverses des phénomènes desquels on les déduit. Pour établir leur existence, l'équation (α) est chaque fois nécessaire; le principe de la conservation de l'énergie pris tout seul ne suffirait pas. Enfin l'on remarque que le sens du phénomène inverse peut chaque fois être défini par la règle suivante, qui est une extension de la loi donnée par Lenz pour l'induction : *Le phénomène inverse est toujours d'un sens tel qu'il tende à s'opposer à la production du phénomène primitif.*

» Le procédé de calcul que j'ai employé dans ce Mémoire, et qui consiste à traduire une loi physique par une condition d'intégrabilité, a été introduit dans la Science par sir W. Thomson et par M. Kirchhof. En se reportant à l'œuvre de ces éminents physiciens, on se convaincra, je pense, que le principe de la conservation de l'électricité est pour l'électricité ce que le principe de Carnot est pour la chaleur. »

PHYSIQUE. — *Sur un mode de représentation graphique des phénomènes mis en jeu dans les machines dynamo-électriques.* Note de M. M. Deprez.

« La théorie des machines magnéto-électriques est aujourd'hui parfaitement connue; mais on ne saurait en dire autant de celle des machines dynamo-électriques, dans lesquelles le courant engendré par la machine réagit à son tour sur l'intensité du champ magnétique excitateur. C'est là une lacune d'autant plus regrettable que les applications de ces sortes de machines soit à la production de la lumière, soit à la transmission du travail, deviennent de plus en plus nombreuses.

» C'est en étudiant une question de ce genre que j'ai été amené à trouver un procédé graphique d'une grande simplicité et qui permet de calculer immédiatement la valeur du courant engendré par une machine dynamo-électrique dans toutes les conditions possibles de vitesse de l'anneau et de

résistance du circuit extérieur. Ce procédé repose sur la construction d'une courbe expérimentale qui varie d'une machine à l'autre et que j'appelle la *caractéristique de la machine*.

» Pour la construire, on supprime toute espèce de communication entre l'anneau et les électro-aimants excitateurs et on lance dans ces derniers un courant connu, emprunté à une source étrangère, puis on imprime à l'anneau une vitesse de rotation arbitraire, mais qui doit être la même dans toutes les expériences. On mesure alors par un des procédés connus la différence de potentiel qui existe entre les deux extrémités du circuit induit, qui est d'ailleurs rompu.

» Si l'on fait varier l'intensité du courant auxiliaire lancé autour des électro-aimants excitateurs, la différence de potentiel des extrémités du circuit induit éprouvera des variations correspondantes, et, en prenant les intensités du courant auxiliaire comme abscisses d'une courbe et les différences de potentiel des extrémités de l'induit comme ordonnées, on obtiendra la courbe que j'appelle *caractéristique*.

» Avant de faire connaître l'usage de cette courbe, je rappellerai que dans la machine Gramme, ainsi que dans les machines similaires, la différence de potentiel des extrémités de l'induit est proportionnelle à la vitesse de rotation.

» Si l'on rétablit la liaison qui avait été rompue entre l'anneau et les électro-aimants excitateurs et si l'on ferme le circuit par un fil de résistance quelconque, en ayant soin de supprimer, bien entendu, le courant auxiliaire, la courbe va permettre de déterminer immédiatement l'intensité du courant engendré si l'on connaît la résistance totale du circuit. En effet, si l'on désigne par I l'intensité du courant, par E la différence de potentiel entre les deux extrémités de l'induit à circuit ouvert lorsque la vitesse angulaire est égale à l'unité, par R la résistance totale du circuit comprenant l'anneau, les électro-aimants inducteurs et le circuit extérieur, par ω la vitesse angulaire de l'anneau, on a

$$I = \frac{\omega E}{R}, \quad \text{d'où} \quad \frac{I}{E} = \frac{\omega}{R}.$$

Or $\frac{I}{E}$ n'est autre que le coefficient d'inclinaison d'une droite passant par l'origine et par le point dont les coordonnées sont I et E, et, comme ce coefficient doit être égal à $\frac{\omega}{R}$, on en conclut la construction suivante :

» La caractéristique ayant été déterminée ainsi que cela a été indiqué,

il suffit, pour connaître l'intensité du courant engendré dans des circonstances quelconques, de mener par l'origine une droite dont le coefficient d'inclinaison soit proportionnel à $\frac{\omega}{R}$; l'intersection de cette droite avec la courbe caractéristique aura pour abscisse l'intensité du courant cherché et pour ordonnée la force électromotrice génératrice de ce courant. Si l'on veut savoir à quelle dépense d'énergie correspond ce courant, il suffit de remarquer qu'elle a pour expression EI. On peut, pour la déterminer immédiatement, construire une seconde courbe ayant pour abscisse I et pour ordonnée EI.

» Cette méthode si simple permet de résoudre immédiatement toutes les questions relatives aux machines dynamo-électriques. Lorsque les électro-aimants excitateurs, au lieu d'être traversés par la totalité du courant engendré, n'en reçoivent qu'une partie, ainsi que cela a lieu dans les machines où le circuit des inducteurs est placé en dérivation sur le circuit total, elle s'applique encore parfaitement, moyennant une modification très simple. Si l'on vient à changer le fil enroulé sur l'anneau et le fil enroulé sur les inducteurs, elle s'applique encore, sans qu'il soit nécessaire de recourir à de nouvelles expériences pour établir la nouvelle courbe caractéristique. Enfin, dans le cas où l'on place dans le même circuit deux machines, servant l'une de générateur et l'autre de récepteur, elle fait connaître immédiatement le travail transmis, étant donnés la vitesse de la machine génératrice, la résistance du circuit extérieur et le couple résistant de la machine réceptrice, et cela à la seule condition que l'on ait tracé les courbes caractéristiques des deux machines.

» Parmi les conséquences théoriques intéressantes que l'on peut déduire de ce tracé graphique, je citerai l'exemple suivant : *Si l'intensité du champ magnétique des électro-aimants excitateurs était proportionnelle à l'intensité du courant qui les traverse et s'ils ne gardaient aucune trace d'aimantation permanente, la caractéristique serait une droite passant par l'origine.* Il est facile de voir que, dans ce cas, l'intensité du courant engendré serait indéterminée ou infinie, parce que, parmi toutes les droites ayant pour inclinaison $\frac{\omega}{R}$, une seule se confondrait avec la caractéristique et la couperait, par suite, en une infinité de points. Une pareille hypothèse est donc incompatible avec la réalité. Si l'on suppose maintenant qu'il y ait une aimantation permanente, mais que la proportionnalité entre les accroissements d'intensité du courant excitateur et ceux du champ magné-

tique existe réellement, on trouve qu'à chaque valeur de $\frac{\omega}{R}$ plus grande que l'inclinaison de la caractéristique correspond une valeur déterminée du courant, mais que ce dernier devient infini lorsque la valeur de $\frac{\omega}{R}$ devient égale à l'inclinaison de la caractéristique. Cela étant impossible, il faut en conclure que la caractéristique n'est jamais une droite. C'est, en réalité, une ligne qui ne passe pas par l'origine, dont les premières portions ont un très grand rayon de courbure et dont la tangente finit par se rapprocher beaucoup d'une parallèle à l'axe des x, parce que le fer des électro-aimants excitateurs tend vers l'état de saturation magnétique. »

CRISTALLOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la théorie de la polarisation rotatoire.* Mémoire de M. **Ér. Mallard**, présenté par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

« Si l'on superpose d'une façon quelconque n lames cristallines très minces, une vibration, rectiligne à l'incidence, se transforme, après avoir traversé $p-1$ lames, en une vibration elliptique. Je désigne le grand axe de cette ellipse par $\cos u_{p-1}$, le petit axe par $\sin u_{p-1}$, le retard de la vibration par φ_{p-1}, l'angle que le grand axe de l'ellipse fait avec la vibration incidente par ω_{p-1}, l'épaisseur de la $p^{\text{ième}}$ lame par ε_p; les retards que la traversée de cette lame imprime aux vibrations principales par o_p et e_p. Je pose $\varepsilon_p \delta_p = o_p - e_p$; j'appelle β_p l'angle que fait, avec la vibration incidente, la direction de la vibration principale, dont le retard est o_p; je désigne enfin par du_p, $d\varphi_p$, $d\omega_p$ les variations éprouvées par u, φ, ω après la traversée de la $p^{\text{ième}}$ lame.

» En négligeant les termes en ε_p^3, on obtient les relations

$$du_p = -\frac{\pi}{\lambda}\varepsilon_p\,\delta_p \sin 2(\beta_p - \omega_p),$$

$$d\varphi_p = \frac{1}{2}(o_p + e_p) + \frac{1}{2}\varepsilon_p\,\delta_p \cos 2(\beta_p - \omega_p) - \frac{\lambda}{2\pi}\operatorname{tang} u_{p-1}\, d\omega_p,$$

$$d\omega_p = -\frac{\pi}{\lambda}\varepsilon_p\,\delta_p \operatorname{tang} 2u_{p-1} \cos 2(\beta_p - \omega_p) + \frac{\pi^2}{\lambda^2}\frac{\cos^2 u_{p-1}}{\cos 2u_{p-1}}\varepsilon_p^2\,\delta_p^2 \sin 4(\beta_p - \omega_p).$$

» J'ai montré ailleurs comment on pouvait déduire de ces équations des formules susceptibles de donner les propriétés optiques d'un cristal formé par le mélange de plusieurs substances isomorphes, en fonction des pro-

priétés optiques de ces substances. Ces équations fournissent aussi une théorie de la polarisation rotatoire.

» Quelque complexe que soit la structure d'une molécule cristalline, on peut la considérer comme formée par la juxtaposition d'un nombre plus ou moins grand de milieux biréfringents homogènes. Les équations précédentes peuvent donc s'appliquer à un pareil assemblage, chaque milieu homogène pouvant être considéré comme une lame cristalline. Si l'on fait tomber sur la molécule une vibration rectiligne, on démontre que le grand axe de la vibration elliptique émergente a tourné, par rapport à la vibration incidente, d'un angle ω, qui est : 1° en raison inverse du carré de la longueur d'onde si l'on néglige l'influence de la dispersion cristalline propre à chaque milieu ; 2° proportionnelle à l'épaisseur de la molécule et à une certaine quantité qui est du même ordre de grandeur que l'épaisseur de l'un des milieux homogènes. Cette dernière quantité est inférieure à la dimension de la molécule, et la grandeur du pouvoir rotatoire de la molécule est, par conséquent, excessivement faible.

» Une partie de la rotation ω change de sens avec l'azimut de la vibration, mais une autre partie ne dépend, quant à la grandeur et au sens, que de la manière dont les milieux biréfringents homogènes qui composent la molécule sont juxtaposés. Cette dernière partie est nulle lorsque la structure de la molécule est telle qu'on ne peut pas y distinguer un côté droit et un côté gauche.

» Si l'on suppose disséminées dans un liquide et orientées dans tous les sens des molécules identiques entre elles, une vibration rectiligne qui traverse le liquide reste rectiligne, car les phénomènes de double réfraction s'annulent par compensation ; la partie de la rotation qui dépend de l'azimut de la vibration s'annule par la même cause, et il ne reste plus que la partie de la vibration qui dépend de la structure de la molécule et qui n'est pas nulle toutes les fois que celle-ci a une droite et une gauche. Cette rotation, lorsqu'elle n'est pas nulle, est proportionnelle au nombre des molécules traversées et à peu près en raison inverse du carré de la longueur d'onde; elle est de sens contraire pour deux molécules, d'ailleurs identiques entre elles, mais symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan. On retrouve donc toutes les lois de la polarisation rotatoire moléculaire.

» Si l'on oriente les molécules et si on les groupe régulièrement, de manière à en former un cristal, celui-ci manifestera la double réfraction ordinaire, mais ne montrera pas de polarisation rotatoire sensible, le pouvoir rotatoire de chaque molécule étant tellement faible, que le nombre

relativement petit de molécules compris dans l'épaisseur d'une plaque cristalline ordinaire ne suffit pas à le mettre en évidence.

» Pour que les cristaux soient doués d'un pouvoir rotatoire observable, il faut qu'ils soient formés par des groupements de molécules cristallines qui peuvent être elles-mêmes sans pouvoir rotatoire, mais qui doivent être formées de telle sorte qu'on puisse y distinguer un côté droit et un côté gauche. Dans ce cas, en effet, le pouvoir rotatoire est proportionnel à une quantité qui est de l'ordre de grandeur de la molécule elle-même, et non plus, comme précédemment, de celui des atomes qui la composent.

» J'ai donné, dans un autre travail, les lois auxquelles sont assujettis les groupements moléculaires susceptibles d'entrer dans la structure d'un cristal. J'ai montré que ces groupements, qui ne peuvent se produire que dans les substances à forme limite, ont pour résultat de donner au cristal un axe de symétrie. Si l'axe qui apparaît ainsi est simplement binaire, il ne se produit pas de pouvoir rotatoire. Celui-ci ne peut donc exister que dans les cristaux uniaxes ou uniréfringents : c'est, en effet, ce que constate l'observation.

» Lorsque le groupement est ternaire ou senaire, comme dans les groupements de lames micacées de M. Reusch, on démontre aisément que la rotation de la vibration, pour une direction de propagation suivant l'axe, est indépendante de l'azimut de la vibration, proportionnelle à l'épaisseur du cristal et en raison inverse du carré de la longueur d'onde si l'on néglige la dispersion cristalline de la molécule composante.

» Pour des directions de propagation peu inclinées sur l'axe, et en se restreignant au cas où la rotation ω et la quantité $\sin u$ (qui est le petit axe de l'ellipse vibratoire) sont de petites quantités dont on peut négliger le cube, on démontre que, pour une vibration incidente dirigée suivant l'une des sections principales du cristal, on a

$$u = \omega_0 \frac{\sin^2 \frac{1}{2} E\Delta}{\frac{1}{2} E\Delta}, \quad \omega = \omega_0 \frac{\sin E\Delta}{E\Delta},$$

ω_0 étant la rotation suivant l'axe, E l'épaisseur du cristal et Δ la différence des retards des deux vibrations parallèles aux sections principales du cristal.

» Cette expression de ω se ramène à celle au moyen de laquelle Cauchy a représenté le pouvoir rotatoire du quartz suivant des directions obliques et qui a été vérifiée expérimentalement par M. Jamin.

» Il est aisé de voir que ω change périodiquement de signe pour des va-

leurs de Δ graduellement croissantes et que sa valeur absolue s'annule pratiquement d'une manière assez rapide. Le signe de u reste le même pour une même vibration; il est opposé pour les deux vibrations principales, lesquelles ont le même ω; u s'annule d'ailleurs aussi très rapidement lorsque Δ croît.

» Pour les cristaux cubiques doués du pouvoir rotatoire, on a $\Delta = 0$, et par conséquent $\omega = \omega_0$, pour toutes les directions de propagation, ce qui est conforme à l'observation. »

CHIMIE. — *Sur les hydrates formés par le chlorure de calcium.* Note de M. H. Lescœur. (Extrait.)

« 1. Le chlorure de calcium forme certainement avec l'eau plusieurs composés. L'hydrate CaCl, 6HO est clairement établi, mais les autres combinaisons n'ont pas le même degré de certitude. Il y avait donc lieu de chercher le nombre et la composition de ces hydrates par l'étude de leurs tensions de dissociation, suivant une méthode et avec des appareils souvent utilisés par MM. Debray, Troost et Isambert.

» J'ai été conduit à examiner d'une manière générale la tension maxima d'un système formé, en proportions variables, de chlorure de calcium et d'eau. Je résume les résultats numériques dans le Tableau suivant.

2. (CaCl + nHO). *Tension maxima à 100°.*

	n.	h.	p.	$\frac{H-h}{p}$.	Observations.
I.....	81,38	740	16,13	0,81	Tensions de vapeur émises par une dissolution.
II....	13,73	580	157,4	1,16	
III...	9,95	433	307,6	1,10	
IV...	9,40	364,5	357,3	1,13	
V....	5,25	204	»	»	
VI...	4,38	133	»	»	Tensions émises par un système solide.
VII...	4,04	132	»	»	
VIII..	3,95	134	»	»	
IX...	3,12	132	»	»	
X....	2,09	132	»	»	
XI...	1,99	60	»	»	
XII...	1,03	59	»	»	
XIII..	0,87	26 (?)	»	»	Les tensions ne s'établissent qu'avec lenteur. Les déterminations sont, par suite, incertaines.
XIV..	0,46	14 (?)	»	»	

» Dans ce Tableau n désigne le nombre d'équivalents d'eau ($HO = 9$) ajoutés à un équivalent de chlorure de calcium ($CaCl = 55,5$); h exprime, en millimètres de mercure, la tension maxima du système; H est la pression atmosphérique au moment de l'expérience; p est le poids de chlorure de calcium hydraté ($CaCl, 6HO$), ajouté à 100 d'eau. Cette colonne et la suivante, $\frac{H-h}{p}$, ont été calculées pour comparer mes résultats avec ceux de Wüllner [1] sur le même sujet.

» 3. Un premier coup d'œil jeté sur le Tableau qui précède montre que :

» n prenant des valeurs décroissantes jusqu'à 4, les tensions h diminuent d'une façon continue jusqu'à 132^{mm} environ;

» n continuant à décroître et prenant toutes les valeurs intermédiaires entre 4 et 2, h demeure constant à 132^{mm}.

» Au moment précis où n devient égal à 2, h diminue brusquement de moitié environ et demeure fixe à 60^{mm} pour toutes les valeurs de n comprises entre 2 et 1.

» Enfin, lorsque n devient voisin de 1, h décroît de nouveau brusquement, mais il n'a pas été possible de déterminer avec exactitude sa nouvelle valeur.

» L'existence des deux hydrates $CaCl, 4HO$ et $CaCl, 2HO$ comme composés définis à la température de 100° se trouve ainsi clairement établie. Ils sont caractérisés d'une façon certaine par leur tension de dissociation propre. L'existence de l'hydrate $CaCl, HO$ est extrêmement probable, mais manque pourtant de ce caractère positif. Il n'existerait pas, à 100°, d'autres combinaisons définies de chlorure de calcium et d'eau.

» 4. Wüllner a démontré :

» 1° Que dans les dissolutions de sels anhydres, comme le sel de cuisine, la diminution de la tension de la vapeur d'eau était proportionnelle à la quantité de substance dissoute;

» 2° Que, pour un certain nombre de sels hydratés, cette proportionnalité ne subsiste qu'à la condition de supposer dans la dissolution l'existence d'hydrates définis. Il a montré en particulier que, pour la dissolution de chlorure de calcium, la diminution de la tension était proportionnelle à la quantité de l'hydrate $CaCl, 6HO$, dissoute.

» Nos résultats $\left(\text{colonnes } p \text{ et } \frac{H-h}{p}\right)$ s'accordent suffisamment avec ceux de Wüllner; nous conclurons donc avec cet auteur que l'hydrate

---

(1) WULLNER, *Annalen der Physik und Chemie*, Bd CX, p. 574.

$CaCl, 6HO$ existe dans la dissolution à la température de 100°. Mais la condition même de son existence est la présence d'un excès d'eau. Quand on cherche à l'isoler à cette température, il se décompose en eau et $CaCl, 4HO$.

» 5. Les déterminations qui précèdent ont été effectuées à 100°, mais on peut opérer à d'autres températures. On reconnaît ainsi qu'à 129° le système $CaCl, 4HO$ ne se comporte plus comme un composé défini. La première combinaison qui se présente avec une tension de dissociation bien nette est l'hydrate $CaCl, 2HO$.

» A 78° et à 65°, le système se comporte comme à 100°.

Tension de dissociation des hydrates de chlorure de calcium pour des températures comprises entre 36° et 129°.

Températures.	$CaCl, 2HO$.	$CaCl, 4HO$.
36°,5	4	8,5
65	13	32
78	24	57
100	60	132
129	175	»

» On voit, en résumé, que nous sommes autorisés à admettre l'existence des composés suivants :

$CaCl, HO$	Probable.
$CaCl, 2HO$	»
$CaCl, 4HO$	Au-dessous de 129° seulement.
$CaCl, 6HO$	Au-dessous de 65°.

» Thomsen, en mesurant la chaleur dégagée par la dissolution de chlorure de calcium à divers degrés de déshydratation, avait donné la formule thermique suivante de l'hydratation de ce sel (1) :

$$(Ca^2Cl^2, Aq) = 4 \times 3850 + 2 \times 3175 - 4540^{cal}.$$

» La combinaison de chacune des quatre premières molécules d'eau dégage sensiblement la même quantité de chaleur, 3850^{cal}; la cinquième et la sixième molécule dégagent chacune 3175^{cal}, ce qui conduit seulement aux hydrates IV et VI.

» Existerait-il un désaccord réel entre les deux méthodes? Je ne le pense pas. Mais, tandis que la méthode de M. Debray caractérise d'une manière

(1) J. Thomsen, *Journal für praktische Chemie*, 2e série, Bd XVIII, p. 1.

absolue les hydrates par leurs tensions de dissociation, la méthode thermochimique conduit à l'existence de ces composés d'après les dégagements de chaleur qu'entraîne la dissolution de sels partiellement déshydratés. Or, il est souvent très difficile, notamment pour le chlorure de calcium, d'obtenir de tels mélanges bien homogènes. Telle est vraisemblablement l'origine de la divergence qui existe avec les résultats de Thomsen. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité du chlorure mercureux dans l'acide chlorhydrique.* Note de MM. F. **Ruyssen** et **Eug. Varenne**, présentée par M. Chatin.

« Nous avons récemment communiqué à l'Académie une Note concernant la solubilité, dans l'acide chlorhydrique, du chlorure d'argent, soit seul, soit en présence de divers métaux. Ce travail nous a accessoirement conduit à étudier la solubilité, dans le même acide, du chlorure mercureux, soit seul, soit en présence du chlorure d'argent.

» Une différence essentielle distingue les solubilités respectives de ces deux corps : elle consiste en ce que le coefficient de solubilité du chlorure d'argent est indépendant du temps, tandis qu'il existe, entre la solubilité extemporanée du chlorure mercureux et cette solubilité aidée du temps, un écart très considérable ; cet écart a été de 24000 à 10 dans nos expériences.

» Le Tableau ci-après résume les rapports de solubilité applicables à la solubilité extemporanée :

Centimètres cubes de la solution d'azotate mercureux.	Poids de Hg^2Cl^2 représenté.	Centimètres cubes d'acide employés à effectuer la dissolution.	Poids d'acide anhydre représenté.	Rapport de solubilité entre le poids de protochlorure dissous et le poids d'acide dissolvant.
cc 1	gr 0,0136	cc 262	gr 115,0931	8,462
2	0,0272	712	312,1764	11,845
3	0,0408	1146	502,4637	12,316
4	0,0544	1250	548,0625	10,075
8	0,1088	6000	2630,7000	24,179

» On le voit, la solubilité décroît à mesure que le mercure s'accumule. Lorsque ce dernier augmente dans la proportion de 1 à 2, la solubilité diminue des $\frac{3}{11}$; quand cette proportion devient triple, la solubilité diminue de $\frac{1}{3}$; elle n'est plus que de $\frac{1}{3}$ de sa valeur primitive pour une quantité de mercure octuple.

» Quand on admet le concours du temps, non seulement la solubilité s'accroît dans des proportions considérables, mais elle se complique de faits particuliers. Une quantité relativement minime d'acide, 25^{cc} par exemple, suffira à dissoudre, en deux, trois, quatre jours (suivant la température et la concentration du protosel), la même quantité de protochlorure qui avait exigé pour se dissoudre extemporanément 250^{cc} du même acide. Elle en dissoudra encore successivement quelques centimètres cubes avec une extrême lenteur, puis il arrivera un moment où le sel mercureux se dissoudra au contraire avec une grande rapidité ([1]). Nous avons vu, par exemple, une quantité de 50^{cc} d'acide chlorhydrique, après avoir dissous à grand' peine en sept jours 6^{cc} de solution mercureuse, en dissoudre 46^{cc} dans la dernière heure de la septième journée.

» Ce phénomène est le même, quelles que soient les quantités d'acide employées. La seule différence consiste dans la célérité plus ou moins grande avec laquelle s'ouvre ce qu'on pourrait appeler la *période de la solubilité accélérée*. L'apparition du phénomène est généralement d'autant plus rapide que la quantité d'acide mise en œuvre est plus faible. Nous avons vu cette période s'ouvrir à une température de 12° :

	HCl.
Le 6e jour pour	25^{cc}
Le 7e »	50
Le 20e »	75
Le 30e »	100

» Quant à la limite des solubilités, voici les résultats moyens de plusieurs expériences :

HCl à 37 pour 100.	Hg^2Cl.	Rapports de solubilité.
25^{cc} ont dissous	$0^{gr},984$	10,7
50 »	1,990	18,7
75 »	0,947	46,0
100 »	2,437	13,2
375 »	5,259	30,8

» On voit que l'orientation générale du phénomène est la même que dans la solubilité extemporanée. Ici aussi on constate des points de rebroussement. Le coefficient de solubilité diminue à mesure que, non plus l'élément mercureux, mais le dissolvant s'accumule.

([1]) Ce moment coïncide peut-être avec la transformation du calomel en sublimé.

» Quand on ajoute une solution argentique à la solution mercureuse, la formation du chlorure d'argent favorise la solubilité du chlorure mercureux. Voici les résultats que nous avons observés :

» 1° D'une part, sur des liqueurs chlorhydriques ne contenant que le sel mercureux ;

» 2° D'autre part, dans des liqueurs de même volume et de même acide, mais dans lesquelles la première dose de sel mercureux était accompagnée d'une dose de sel argentique (proportions respectives des poids atomiques).

	Quantités de Hg^2Cl^2 dissoutes.		Rapports de solubilité.	
Acide chlorhydrique.	Mercure seul.	Mercure et argent.	Mercure seul.	Mercure et argent.
cc	gr	gr		
25	0,984	1,048	10,7	10,2
50	1,990	3,846	18,7	5,2
75	0,947	3,007	46,0	10,7
100	2,437	3,965	13,2	11,0
375	5,259	10,436	30,8	15,4

» Tels sont les faits principaux qui ressortent de l'étude de la solubilité du calomel dans l'acide chlorhydrique.

» Ajoutons que, lorsqu'on soumet à l'action de l'hydrogène sulfuré un mélange de deux solutions chlorhydriques saturées à froid, l'une de chlorure d'argent, l'autre de chlorure mercureux, on obtient, non un sulfure noir comme chacune de ces solutions isolées le donne, mais un précipité d'un très beau jaune, variant, suivant les proportions, du jaune très clair au jaune orangé, facile à confondre avec l'orpiment et le sulfure de cadmium, et dont nous espérons pouvoir indiquer prochainement la composition et les propriétés ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Peptones et alcaloïdes*. Note de M. Ch. Tanret, présentée par M. Berthelot.

« **1.** Quand on traite par les réactifs ordinaires des alcaloïdes la solution acidifiée d'une peptone obtenue soit avec la pancréatine, soit avec la pepsine, il se forme des précipités qui ne diffèrent de ceux produits par les alcaloïdes qu'*en ce qu'ils sont solubles dans un excès de peptone,* tandis que les

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire d'analyse de l'École supérieure de Pharmacie, sous la direction de M. le professeur J. Prunier.

précipités alcaloïdiques ne le sont pas en présence d'un excès de sels d'alcaloïdes. De même, le blanc d'œuf coagulé, étant dissous dans de la soude caustique, donne, après neutralisation de la base et filtration, une liqueur qui présente les mêmes réactions que les peptones, même par la liqueur de Fehling la coloration violet rouge qui sert plus particulièrement à caractériser ces dernières. Or, comme cette albumine modifiée n'est pas précipitée par la chaux pas plus que la peptone qui, de plus, est notablement soluble dans l'alcool ordinaire, et qu'il est ainsi présumable que d'autres albuminoïdes jouissent des mêmes propriétés, on voit que, parce qu'une liqueur précipite simplement par l'iodure double de mercure et de potassium en solution acide, le réactif de Bouchardat, l'eau bromée et le tannin, on n'a pas le droit de conclure à la présence d'un alcaloïde, bien que cette liqueur ait été préalablement traitée par la chaux ou l'alcool, dans le but d'en éliminer les matières albuminoïdes. Il est ainsi de toute nécessité, pour affirmer la présence d'un alcaloïde, *de l'obtenir en nature* et de ne pas se contenter des précipités produits par les réactifs ordinaires, qui pourraient quelquefois induire en erreur.

» 2. Malgré la constatation de la différence, signalée plus haut, que présentent les précipités alcaloïdiques et les précipités peptoniques, il m'a paru intéressant de rechercher s'il ne se produit pas d'alcaloïdes dans l'acte de la digestion. Or, si l'on traite de la peptone par du carbonate neutre de potasse ou, à plus forte raison, par de la potasse caustique et qu'on agite avec de l'éther, celui-ci dissout une petite quantité d'un liquide volatil, à réaction alcaline, et qui présente tous les caractères des alcaloïdes. Laisse-t-on la peptone se putréfier (sans que la réaction devienne alcaline), il se forme de plus une quantité notable d'un alcaloïde solide non volatil. J'ai pu obtenir cristallisés les chlorhydrates de ces alcaloïdes. Mais si, au lieu de traiter la peptone putréfiée ou non par un alcali caustique, on emploie un bicarbonate alcalin, l'éther n'en enlève pas d'alcaloïde. La conséquence de ce fait est assez intéressante. On sait, en effet, que, parmi les alcaloïdes, les uns forment des sels décomposables par les bicarbonates alcalins, les autres des sels décomposables par les carbonates neutres ou les alcalis caustiques. Comme j'ai remarqué que les bicarbonates mettent en liberté les bases des sels des alcaloïdes retirés des peptones, et que d'autre part le traitement direct des peptones par les bicarbonates ne donne pas d'alcaloïdes, il en résulte que les alcaloïdes qu'on extrait des peptones ne s'y trouvent pas tout formés, mais s'y produisent par l'action des alcalis.

» Je ferai remarquer que, lorsqu'on traite les albuminoïdes par les fer-

ments digestifs, on n'obtient pas d'alcaloïde par le traitement par la potasse tant que les liqueurs précipitent encore par l'acide nitrique.

» 3. J'ai répété sur les alcaloïdes des peptones la réaction qui a été donnée récemment par MM. Brouardel et Boutmy pour distinguer les alcaloïdes animaux des alcaloïdes végétaux. La réduction du cyanoferride s'obtient, mais elle n'est pas instantanée, comme l'indiquent ces auteurs pour les ptomaïnes qu'ils ont expérimentées ; ce n'est qu'au bout de quelques secondes que le précipité bleu apparaît peu à peu. Cette réduction s'obtient à peu près de la même manière avec l'ergotinine cristallisée, l'aconitine cristallisée et la digitaline amorphe ou cristallisée [1]; mais elle est instantanée, comme pour la morphine (exception signalée par MM. Brouardel et Boutmy), avec l'ésérine, l'hyosciamine liquide, l'aconitine et l'ergotinine amorphes. Comme on le voit, cette réaction du cyanoferride ne devra être employée qu'avec les plus sérieuses réserves, d'autant plus que la liste des alcaloïdes végétaux est loin d'être close. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la non-existence du* Microzyma cretæ. Note de MM. **Chamberland** et **Roux**, présentée par M. Pasteur.

« Au mois de mai 1880, à la demande de M. Pasteur, nous nous sommes rendus dans les carrières de Meudon, où nous avons prélevé deux blocs de craie venant d'être extraits d'une galerie profonde, pesant environ 5^{kg} à 6^{kg} chacun, et nous les avons rapportés au laboratoire.

» Ces blocs ont été brisés en deux morceaux, et sur la tranche fraîche de chacun d'eux on a pris, à l'aide d'une tarière à gorge, flambée, quelques grammes de craie qui ont été introduits, avec toutes les précautions nécessaires, dans une série de tubes à essai renfermant de l'eau de levûre sucrée à 5 pour 100 et préalablement éprouvés par un long séjour à l'étuve à 35°. On sait que ce milieu est très propre à la culture des organismes microscopiques, et en particulier à celle du ferment lactique et du ferment butyrique, surtout lorsqu'on y ajoute du carbonate de chaux. Une partie de ces tubes a été fermée à la lampe, une autre laissée en communication avec l'air par l'intermédiaire d'un tampon de coton *flambé*.

» Comparativement, on a ajouté dans des tubes semblables de la craie ordinaire, sans précautions particulières. Une portion de ces tubes a été

(1) Bien que la digitaline ne soit pas un alcaloïde, on sait que, dans le traitement de Stas, elle passe dans l'éther ou le chloroforme comme les alcaloïdes (Tardieu et Roussin).

également fermée à la lampe, une autre simplement obturée par un tampon de coton flambé. Quelques-uns des tubes fermés ont été chauffés pendant dix minutes à 115° dans un bain de chlorure de calcium.

» Tous ces tubes ont été divisés en deux séries : l'une a été mise à 30°, l'autre à 38°. Chaque série comprend des tubes à craie de Meudon, des tubes à craie ordinaire et des tubes chauffés à 115°.

» Au bout de vingt-quatre heures, tous les tubes non chauffés, fermés ou non fermés, soit à 30°, soit à 38°, qui ont reçu la craie du laboratoire dégagent du gaz, et, examinés au microscope, ils montrent des organismes variés parmi lesquels on distingue de nombreux articles étranglés de ferment lactique. Le sucre est interverti ; une partie a disparu, et il est facile de mettre en évidence dans le liquide la présence du lactate de chaux.

» Tous les tubes qui ont reçu la craie vierge de Meudon ou qui ont été chauffés à 115° n'ont subi aucune altération; ils sont restés parfaitement limpides, n'ont point dégagé de gaz, et leur teneur en sucre n'a point changé. Ils ne montrent, d'ailleurs, aucune trace d'êtres microscopiques. Aujourd'hui encore ces tubes sont dans l'état où ils étaient au commencement de l'expérience.

» Il résulte de là que la craie de Meudon s'est comportée comme la craie stérilisée par le chauffage, qu'elle ne contient dans son intérieur rien qui puisse donner naissance à des organismes microscopiques ou à des fermentations quelconques. En conséquence, les résultats annoncés en 1866 par M. Béchamp, au sujet de ce qu'il a appelé *Microzyma cretæ*, sont controuvés. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la cristallisation des aluns.* Note de M. **A. Loir**, présentée par M. Friedel.

« Dans divers travaux publiés, depuis une trentaine d'années, soit dans les *Comptes rendus*, soit dans les *Annales de Chimie et de Physique*, MM. Delavalle, de Senarmont et Pasteur ont appelé l'attention des chimistes sur les phénomènes de reformation de cristaux, préalablement brisés, sur l'une quelconque de leurs parties (sommets ou arêtes), quand on les reporte dans les eaux mères qui servent à les nourrir d'après le procédé Leblanc.

» M. Pasteur s'exprime ainsi (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIX) :

« Un travail très actif a lieu sur la partie brisée, et, au bout d'un certain temps, le cristal satisfait non seulement à la régularité du travail général sur toutes les parties, mais

encore au rétablissement de la partie mutilée. Beaucoup de personnes, ajoute-t-il plus loin, aimeront à rapprocher ces faits curieux de ceux que présentent les êtres vivants lorsqu'on leur fait une blessure plus ou moins profonde. »

» Dès l'année 1863 (*Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*, procès-verbaux des séances, 16 mars 1864), j'avais institué des expériences pour mettre mes élèves au courant de ces constatations surprenantes, qui exigent une observation suivie pour bien les apprécier. En étendant depuis lors mes essais, j'ai été conduit à des résultats définitifs qui me semblent dignes d'intérêt. Ils démontrent que le travail réparateur devance, dans son action, celui d'accroissement des cristaux, et de plus que, pour certains sels du moins, les diverses faces d'un cristal ne possèdent pas la même puissance d'attraction vis-à-vis de la dissolution de la substance employée pour le nourrir (1).

» Le procédé que j'emploie consiste à faire usage de corps isomorphes possédant des couleurs différentes. L'alun ordinaire et l'alun de chrome se prêtent aisément à ces expériences.

» 1° On prend un cristal octaédrique d'alun ordinaire, de n'importe quelles dimensions; on brise, plus ou moins profondément, un ou plusieurs de ses six sommets, ou bien on lime une ou plusieurs de ses douze arêtes.

» On le place alors dans une dissolution saturée d'alun de chrome. Au bout de quelques jours, on observe que la régularité primitive du cristal s'est rétablie par l'adjonction, remplaçant les parties brisées, d'un dépôt d'alun de chrome coloré en violet. Les sommets et les faces présentent alors des arêtes vives. Si les déformations pratiquées ne sont pas trop profondes, on constate que la reformation de l'échantillon a précédé son accroissement. On obtient, en effet, des cristaux réguliers, incolores sur leurs faces, avec des parties, bien déterminées, fortement colorées en violet. Ils ont un aspect tout à fait singulier.

» Si on prolonge l'expérience, le dépôt d'alun de chrome se produit sur toutes les faces. On trouvera que, en opérant sur deux cristaux octaédriques d'alun ordinaire, de même poids, dont l'un a été mutilé, placés dans la même liqueur d'alun ordinaire ou d'alun de chrome, le cristal préalablement brisé possède un poids plus considérable que l'autre. Cette augmentation de poids est en rapport avec la profondeur de la mutilation.

» 2° On sait que la dissolution d'alun ordinaire, qui donne des cristaux

(1) On doit à M. Lecoq de Boisbaudran des expériences remarquables qui mettent ce dernier fait hors de doute. C. F.

octaédriques, étant additionnée d'une quantité suffisante de carbonate de potasse, ou mieux de carbonate de soude, laisse déposer, par évaporation, des cristaux cubiques très réguliers et transparents, et que les cubes obtenus se nourrissent dans une dissolution d'alun ordinaire en produisant des cristaux présentant des faces du cube et de l'octaèdre. Ces cubo-octaèdres s'obtiennent aussi en nourrissant des octaèdres dans une dissolution donnant des cristaux cubiques.

» 3° Dans une même dissolution saturée, fournissant des cristaux octaédriques, plaçons deux cristaux, l'un cubique, l'autre octaédrique, d'alun ordinaire ou d'alun de chrome, qu'arrivera-t-il? On doit le prévoir si nous nous reportons à ce que nous venons de dire. Le cube, en effet, peut être considéré comme provenant d'un octaèdre régulier fortement tronqué sur ses six sommets; alors, par l'effet du travail réparateur signalé ci-dessus, qui le ramène à l'octaèdre, il devra en résulter qu'au bout d'un certain temps le poids du cristal cubique se sera augmenté bien plus que le poids du cristal octaédrique, en tenant compte toutefois des dimensions primitives. C'est toujours ce que l'on obtient. Je ne citerai à l'appui que deux exemples :

» (*a*) Un cristal cubique pesait $0^{gr},15$; le cristal octaédrique pesait $1^{gr},4$. Retirés au bout du même temps de la solution d'alun octaédrique, le cube modifié pesait $0^{gr},46$; son poids était devenu trois fois plus fort. L'octaèdre accru pesait $1^{gr},8$; son poids ne s'était augmenté que du tiers environ de son poids primitif.

» (*b*) Un cristal cubique pesait $3^{gr},1$, un cristal octaédrique $0^{gr},25$. Au bout de six semaines, le premier pesait $10^{gr},2$ et le second $0^{gr},31$. »

» 4° On constate des résultats semblables en plaçant dans une dissolution donnant des cristaux cubiques deux cristaux, l'un cubique, l'autre octaédrique. Après le même temps, on trouve alors que c'est le cristal octaédrique qui a une plus forte augmentation de poids. Elle a pu atteindre trois fois le poids primitif, tandis que le cristal cubique ne s'est accru que d'une fraction de son poids.

» Dans ces deux sortes d'expériences, les augmentations de poids des échantillons dépendent des grosseurs relatives des deux cristaux, de la durée des expériences et des conditions extérieures.

» 5° Si l'on reproduit ces diverses expériences avec deux cristaux octaédriques dont l'un soit tronqué, ou bien avec un cristal cubique et l'autre octaédrique, mais en les mettant séparément dans deux volumes égaux d'une même dissolution mère contenus dans des vases de sections pareilles, on trouve toujours que le cristal de forme différente de celle que

fournit la dissolution où il est plongé devient, au bout du même temps, d'un poids relatif plus grand que le second cristal de comparaison.

» 6° Plaçons un cristal cubo-octaédrique d'alun ordinaire dans une dissolution d'alun de chrome. En observant de temps en temps ce cristal, on voit, non sans étonnement, que, sur toutes les faces cubiques, il y a un dépôt violet d'alun de chrome, pouvant avoir une épaisseur de plusieurs dixièmes de millimètre, tandis que les faces hexagonales, répondant aux faces de l'octaèdre primitif, sont complètement incolores. Ce fait se reproduit sans cesse, n'importe les dimensions relatives des faces carrées et des faces hexagonales.

» En prolongeant l'immersion du cristal, toutes les faces, au bout d'un certain temps, finissent par être recouvertes d'une couche d'alun de chrome. Ces couches sont bien plus épaisses sur les faces carrées. On a ainsi un cubo-octaèdre d'alun de chrome à noyau central d'alun ordinaire. La durée de l'expérience est-elle assez grande, on finira par obtenir un octaèdre régulier d'alun de chrome.

» Ces expériences, vérifiées sur un grand nombre de cubo-octaèdres de dimensions très variées, ainsi que sur les cristaux aplatis non réguliers d'alun ordinaire, que l'on rencontre souvent et qui présentent des facettes octaédriques et cubiques à la fois, nous démontrent que les diverses faces d'un cristal n'ont pas nécessairement toutes la même puissance d'attraction vis-à-vis du corps contenu dans la dissolution employée pour nourrir ce cristal. »

BOTANIQUE. — *La phyllotaxie*. Note de M. **R. Baron**, présentée par M. Decaisne.

« Voici un court résumé des résultats que j'ai obtenus en me livrant à l'étude des lois mathématiques qui président à l'arrangement des feuilles :

» 1° Le problème de la phyllotaxie peut se réduire à celui de la disposition de losanges sur une surface de révolution ;

» 2° On peut, pour simplifier, supposer les losanges égaux et le corps rond un cylindre droit à base circulaire ;

» 3° On doit examiner en premier lieu les dispositions qui sont possibles dans le bourgeon ;

» 4° On déroulera ensuite, ou plutôt on étirera le bourgeon pour obtenir le rameau, en notant les modifications nécessaires que les dispositions primitives subissent.

» Ces quatre postulata arrêtés, nous examinons successivement :

» 1° Les feuilles verticillées ou rectisériées ;

» 2° Les feuilles en distique ;

» 3° Les feuilles éparses, ou alternes, ou curvisériées, ou en spirale.

» Point de difficultés au sujet des verticilles. Les losanges se touchent à plein bord de tous les côtés, et l'évolution du bourgeon ne change rien essentiellement à la disposition du début. Les feuilles opposées ou décussées sont un cas particulier des verticilles alternants.

» Les feuilles en distique ont ceci de remarquable qu'on peut également les considérer comme le cas le plus réduit des verticilles et comme la plus élémentaire des spirales. L'inspection d'une figure très élémentaire ne laisse aucun doute à cet égard.

» Passons aux feuilles en spirales proprement dites.

» Pour plus de facilité, nous développerons la surface cylindrique supposée en une bande indéfinie comprise entre deux parallèles. Si nous plaçons des losanges (debout sur leur petit axe) en les faisant se chevaucher de $\left(\frac{1}{n}\right)^{\text{ième}}$ de leur côté, il est évident que la moitié de la $(n+1)^{\text{ième}}$ feuille arrivera juste au niveau convenable pour que l'autre moitié aborde complètement le côté de la première feuille. Si donc nous prenons comme unité le demi-grand axe du losange, la circonférence du cylindre ou la largeur de la bande est égale à $2n+1$, moins la somme des chevauchements, c'est-à-dire moins une demi-feuille, c'est-à-dire l'unité : d'où circ. $= 2n$.

» Mais la distance de deux centres de losanges consécutifs, rapportés sur les génératrices parallèles du cylindre, égale évidemment deux demi-grands axes diminués de $\frac{1}{n}$, ou

$$2 - \frac{1}{n} = \frac{2n-1}{n}.$$

Or nous savons que l'on exprime le type phyllotaxique par une fraction $\frac{\varphi}{\psi}$, signifiant qu'après φ tours de spire et ψ feuilles on a une superposition (ou à très peu près). De plus, on trouve que $\frac{\varphi}{\psi}$ représente le rapport de distance angulaire horizontale de deux feuilles consécutives à la circonférence. Donc

$$\frac{\varphi}{\psi} = \frac{2n-1}{n} : 2n \quad \text{ou} \quad \frac{2n-1}{2n^2}.$$

Il est géométriquement impossible que les feuilles affectent, dans le bour-

geon, un autre type de dispositions. Si maintenant nous développons en donnant à n les valeurs 1, 2, 3, 4, ... (car c'est une question de *nombres entiers* exclusivement), nous aurons

$$\frac{\varphi}{\psi} = \frac{1}{2}, \frac{3}{8}, \frac{5}{18}, \frac{7}{32}, \frac{9}{50}, \frac{11}{72}, \frac{12}{98}, \ldots.$$

Or l'observation directe nous donne les deux séries ci-dessous

$$\left(\frac{1}{2}\right), \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \left(\frac{3}{8}\right), \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \frac{21}{55}, \frac{34}{89}, \frac{55}{144}, \ldots$$

et

$$\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \left(\frac{5}{18}\right), \frac{8}{29}, \frac{13}{47}, \frac{21}{76}, \frac{34}{123}, \ldots.$$

Nous pouvons en tirer une première conclusion, à savoir que $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$ et $\frac{5}{18}$ sont les seules dispositions *bourgeonnales* aptes à se développer sans altération. Donc elles sont les seules stables, et il en résulte que les autres évoluent plus ou moins profondément, de façon à se rapprocher des conditions de stabilité qu'elles offrent. Ces conditions de stabilité sont : 1° que le nombre des feuilles d'une circonférence ne dépasse pas $3\frac{1}{2}$; 2° que le chevauchement soit contenu dans les limites extrêmes $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{3}$.

» On voit, d'ailleurs, que la croissance des feuilles doit tendre à provoquer l'avènement de ces conditions.

» En effet, les feuilles se développant plus vite que la circonférence, dans les bourgeons qui en contiennent un grand nombre de très petites, les feuilles augmenteront la longueur du chevauchement : $\frac{1}{n}$ deviendra $\frac{2}{n}$, $\frac{3}{n}$, ..., $\frac{m}{n}$. La distance de deux centres de feuilles aura donc pour expression générale $\frac{2n-m}{n}$, et non $\frac{2n-1}{n}$ comme tout à l'heure. La circonférence du cylindre-tige égale dès lors aussi $2n+1-m$. Finalement $\frac{\varphi}{\psi}$ a pour expression générale $(2n-m):(2n^2+n-mn)$. Mais là ne se borne pas l'altération occasionnée par l'évolution bourgeonnale. Pour que la circonférence ne contienne plus que $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$ ou $3\frac{1}{2}$ feuilles, il faut que les spires s'enroulent de $n-3$, $n-2$ ou $n-1$ feuilles, de façon que $\frac{\varphi}{\psi}$ devienne $\frac{\varphi}{\psi-\varphi}$, $\frac{\varphi}{\psi-2\varphi}$, $\frac{\varphi}{\psi-3\varphi}$, ...

» Cet enroulement des spires est absolument évident pour quiconque compare les deux séries $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \ldots$ et $\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11} \ldots$ Nous aurons, en dernière analyse, les trois formules ci-dessous :

$$\text{(A)} \qquad \frac{2n - m}{(2n^2 + n - m \times n) - (2n - m)(n - 3)} = \frac{2n - m}{7n - 3m},$$

$$\text{(B)} \qquad \frac{2n - m}{(2n^2 + n - m \times n) - (2n - m)(n - 2)} = \frac{2n - m}{5n - 2m},$$

$$\text{(C)} \qquad \frac{2n - m}{(2n^2 + n - m \times n) - (2n - m)(n - 1)} = \frac{2n - m}{3n - m}.$$

Ces formules sont simples, et encore il est bon de remarquer que m est une fonction très élémentaire de n, puisqu'on doit toujours avoir $\frac{m}{n} \overset{=}{<} \frac{1}{2}, \overset{=}{>} \frac{1}{3}$.

» En appliquant les valeurs numériques, on obtient non seulement les deux séries complètes recueillies par les observateurs, mais de plus des valeurs voisines qui confirment les approximations et les transitions signalées depuis longtemps. On retombe fréquemment dans les mêmes chiffres, et cela explique la fréquence même de telles dispositions dans la nature. La disposition quinconciale se présente en particulier comme la limite de toutes les dispositions $\frac{2n - m}{5n - 2m}$. Enfin les dispositions $\frac{2n - m}{3n - m}$, qui représentent l'enroulement maximum des spires, nous explique les hétérodromies sans difficulté, car aux deux séries signalées plus haut il faut joindre celle-ci, $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{5}{8}, \frac{8}{13}, \frac{13}{21} \ldots$, ayant pour compléments $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}$ hétérodromes.

» Ce résultat est intéressant, car il démontre que l'anomalie rentre dans la règle, exagère même la règle pour ainsi dire. »

GÉOLOGIE. — *Etudes sur le terrain houiller de Commentry*. Note de M. **H. Fayol**, présentée par M. Daubrée.

« Le terrain houiller de Commentry présente, dans son ensemble comme dans ses détails, de nombreuses particularités qui ne peuvent s'expliquer d'une manière plausible par la théorie généralement admise de « l'horizontalité primitive des dépôts avec affaissements successifs du sol ».

» La description de ces particularités aura peut-être quelque intérêt pour les géologues.

» Isolé au milieu de roches granitiques, le bassin de Commentry a la forme d'un long ovale irrégulier ; sa surface est de 26^{kmq}.

» Des grès, des poudingues et des conglomérats, à blocs parfois énormes, forment la majeure partie du terrain houiller ; les schistes n'y entrent que pour un dixième environ, et la houille à peine pour un centième.

» Les bancs, généralement disposés en demi-cuvette, ont des directions et des inclinaisons très variables. Leur épaisseur totale s'élève jusqu'à 800^{m} en quelques points du bassin.

» Les fossiles végétaux sont très abondants ; il y a beaucoup de troncs d'arbres couchés, quelques-uns inclinés ou perpendiculaires sur le plan de stratification. Il y a aussi plusieurs espèces de poissons et une grande variété d'insectes.

» La partie supérieure du terrain houiller est stérile ; elle se compose presque uniquement de grès et de poudingues sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

» A la base du terrain houiller, le long de la lisière septentrionale, on trouve presque partout les traces d'un gisement d'anthracite très irrégulier, qui, sur quelques points, repose directement sur le terrain primitif. Il existe à l'ouest, à peu de distance au-dessus de l'anthracite, un amas de houille ligniteuse.

» C'est dans la partie médiane du bassin que se trouve la plus grande accumulation de houille (houille demi-grasse, à longue flamme). A l'est, on rencontre une couche, d'abord très mince, qui se renfle peu à peu, et de laquelle se détachent successivement un grand nombre de ramifications, dont huit constituent à l'ouest des couches exploitables. Ces ramifications vont en s'écartant les unes des autres (au point où elles cessent d'être exploitables, il y a 700^{m} de distance entre les affleurements extrêmes) ; puis elles disparaissent, soit en s'amincissant, soit en passant graduellement au schiste.

» Les couches de houille de Commentry sont très irrégulières. La couche principale, désignée sous le nom de *grande couche*, a une épaisseur variant de 0 à 30^{m} ; dans leurs renflements, les autres couches dépassent rarement 5^{m} d'épaisseur.

» L'une des ramifications, dite *couche des grès noirs*, se compose d'innombrables lentilles de houille pure, de toutes dimensions, depuis $\frac{1}{10}$ de millimètre jusqu'à plusieurs mètres d'épaisseur ; ces lentilles, aux formes

bizarres, sont disséminées dans toute la masse d'une formation de grès, à grains moyens, dont la puissance varie de 10^m à 30^m.

» En général, la houille est d'autant plus pure que l'amas est plus puissant.

» La réunion de huit couches en une seule implique la disparition de tous les bancs intercalés. Cette disparition est graduelle et ordinairement accompagnée d'un changement dans la nature des bancs. Cela peut facilement se constater dans les tranchées creusées aux affleurements de la grande couche, qui ont 2^{km} de longueur et une profondeur de 20^m à 60^m. En certains points on voit, au toit de la grande couche, des grès et des schistes formant un faisceau de 30 à 40^m d'épaisseur, qui, sur une longueur de 300^m à 400^m, s'amincissent en convergeant vers la couche et finissent par disparaître entièrement. En général, chacun des bancs du faisceau se comporte comme le faisceau lui-même : il se rapproche de la couche; en même temps, son grain devient de plus en plus fin, et sa puissance diminue; enfin il se perd au milieu des minces feuillets de schiste et de houille qui constituent ordinairement la partie supérieure de la grande couche.

» Sur d'autres points des tranchées, les grès et schistes du toit paraissent parallèles à la couche; leur section est lenticulaire, le grain va en diminuant de grosseur du centre aux extrémités. Dans ce cas, le parallélisme n'est qu'apparent; en profondeur, ces bancs se rapprochent de la grande couche.

» Le changement de nature des bancs est un fait général à Commentry. J'en citerai un exemple remarquable : vers le puits Forêt, la grande couche est divisée en deux parties par un banc dit *banc des Chavais*, qui a pu être étudié minutieusement. Ce banc s'étend sur environ 800^m en direction et 600^m suivant l'inclinaison; en son milieu, aux affleurements, il a 6^m d'épaisseur et renferme des galets de $0^m,50$ de diamètre. A mesure que l'on s'écarte de ce point, on voit les galets diminuer de grosseur; en même temps le banc s'amincit et devient de plus en plus charbonneux; en profondeur, il finit par se transformer en une veine de houille pure de $0^m,50$ de puissance, qui se confond avec la houille de la grande couche.

» Il existe d'autres bancs stériles au milieu de la grande couche; presque tous subissent une transformation analogue à celle du banc des Chavais.

» En général, les bancs de grès intercalés dans la grande couche n'ont pas exactement la direction de cette couche; quelques-uns la traversent même entièrement et vont obliquement du mur au toit, sans que l'allure générale soit aucunement troublée. Parfois les intercalations ont peu

d'étendue, et, qu'elles viennent du toit ou qu'elles viennent du mur, elles s'enfoncent dans la couche comme un coin.

» Le toit de la grande couche est formé par l'extrémité amincie des bancs supérieurs; ce n'est pas un plan net, uni, mais un horizon vague, mal déterminé, constitué ordinairement par des schistes charbonneux ou bitumineux, quelquefois par des grès et même par des poudingues.

» La base du terrain houiller est un autre horizon sur lequel les bancs sont de nature très variable; en contact avec le terrain granitique, on voit des poudingues, des grès, des schistes et même de l'anthracite. Les poudingues de la base du terrain houiller ne sont pas partout constitués avec les mêmes éléments; ils sont exclusivement granitiques au nord-ouest, porphyriques à l'est.

» On peut voir dans les tranchées, près de la grande couche, un grand nombre d'accidents, dont les bancs supérieurs ne portent nulle trace. Ce sont des plissements, des brouillages et même des failles dont le rejet va jusqu'à 4^m ou 5^m. Ces failles commencent au toit de la grande couche, produisent leur effet dans les bancs immédiatement superposés et s'arrêtent plus haut sous des bancs non dérangés.

» Ces divers faits, qui paraissent singuliers et que l'on ne peut expliquer d'une manière plausible par la théorie régnante de « l'horizontalité primi- » tive des dépôts avec affaissements successifs du sol », paraissent naturels, au contraire, et s'expliquent facilement si l'on admet que *tous les matériaux qui constituent le terrain houiller de Commentry ont été charriés par les eaux et déposés dans un lac profond pendant une période géologique tranquille.*

» On peut d'ailleurs reproduire tous ces faits, au moyen d'expériences très simples qui confirment cette dernière hypothèse. »

ZOOTECHNIE. — *Sur la brebis laitière.* Note de M. Tayon.

« A la suite d'expériences dans le laboratoire de Zootechnie à l'École d'Agriculture de Montpellier sur la brebis laitière et de nombreuses observations sur les troupeaux laitiers, je tire les conclusions suivantes :

» 1° Il existe *une corrélation inverse entre la production de la laine et la production du lait.* Les bêtes les plus laitières, pourvues de quatre ou de six mamelles, appartenant à un groupe quelconque des familles ovines exploitées pour leur lait, sont presque entièrement délainées. La laine n'occupe plus chez elles qu'une surface du corps très restreinte. Elle disparaît sur

toute la tête, sous le cou, sous le thorax et sous l'abdomen. Les régions du pli de l'aine, du pli de l'aisselle et du flanc, les membres antérieurs jusqu'au bras, les membres postérieurs jusqu'à la cuisse en sont aussi dépourvus. Toutes ces parties ne sont recouvertes que par des poils très courts.

» 2° Il y a chez les brebis laitières, sur la peau des mamelles et des parties voisines, sur une surface très variable, des poils dirigés de bas en haut, en rapport avec l'activité des glandes lactées et comparables aux poils remontants signalés, il y a une trentaine d'années, par Guenon sur la vache. »

HYGIÈNE. — *Sur les altérations du lait dans les biberons, constatées en même temps que la présence d'une végétation cryptogamique dans l'appareil en caoutchouc qui s'adapte au récipient en verre.* Note de M. **H. Fauvel**, présentée par M. Wurtz.

« Le Laboratoire municipal ayant été consulté, il y a deux mois, par M. le Dr Du Mesnil, au sujet de l'odeur fétide qui se dégage des biberons employés pour l'allaitement artificiel et sur les altérations que pouvait avoir subies le lait dans ces biberons, je fus chargé de cette étude.

» Plusieurs biberons *en service* dans une crèche, remis au Laboratoire par M. Du Mesnil, donnèrent lieu, par mon examen, aux constatations suivantes :

» Dans tous les biberons, le lait avait contracté une odeur nauséabonde, sans qu'on ait pu y déceler la présence de l'hydrogène sulfuré. Le lait était acide, à demi coagulé; à l'examen microscopique, les globules graisseux étaient déformés, ils avaient une apparence piriforme; de nombreuses bactéries très vivaces et quelques rares vibrions se montraient dans le liquide.

» La quantité de lait restant dans chaque biberon était insuffisante pour une analyse chimique complète.

» Le tube en caoutchouc qui sert à l'aspiration, incisé dans toute sa longueur, renfermait du lait coagulé et les mêmes microbes que ceux rencontrés dans le lait du biberon; mais, en outre, *et c'est le fait important de cette Communication,* l'examen révéla dans l'ampoule qui constitue la tétine du biberon et termine le tube en caoutchouc *la présence d'amas plus ou moins abondants d'une végétation cryptogamique.*

» Ces végétations, ensemencées dans du petit-lait, ont donné en quelques

jours, dans des proportions considérables, *des cellules ovoïdes* se développant en mycéliums, dont je n'ai pu encore observer les fructifications.

» En présence de ces faits, M. le Secrétaire général de la Préfecture de police a réuni les médecins inspecteurs du Service des enfants du premier âge et a prescrit une visite de toutes les crèches, faite concurremment avec les chimistes du Laboratoire municipal.

» Le résultat de ces visites a été le suivant :

» Sur trente et un biberons examinés dans dix crèches, vingt-huit contenaient dans la tétine, dans le tube en caoutchouc et même, pour quelques-uns, dans le récipient en verre, des végétations analogues à celles qui viennent d'être indiquées et des microbes de l'espèce de ceux mentionnés plus haut. Plusieurs de ces appareils, lavés avec soin et par conséquent prêts à être mis en service, contenaient encore une grande quantité de ces cryptogames.

» Je ferai remarquer que, dans deux cas, on a retrouvé dans les tubes de biberons en très mauvais état du pus et des globules sanguins, et que les médecins ont constaté que les enfants auxquels appartenaient ces biberons présentaient des érosions dans la cavité buccale. On peut donc en conclure que la salive pénètre dans les biberons et vient ajouter ses propres ferments à ceux du lait. Il est vraisemblable que l'acidité constatée dans le lait est déterminée par les bactéries qui s'y trouvent, et dont les germes existent dans les biberons même lavés. C'est à la faveur de cette acidité que les *mycéliums* dont nous avons parlé se développent.

» Quelle influence la présence de ces végétations cryptogamiques et de ces microbes, qui coïncide avec une altération profonde du lait contenu dans les biberons, exerce-t-elle sur le développement des affections intestinales qui font de si nombreuses victimes parmi les enfants du premier âge soumis à l'allaitement artificiel? C'est ce qu'il est encore impossible de dire, et c'est ce que des expériences en cours d'exécution permettront probablement de déterminer. »

M. Em. Delaurier adresse un Mémoire intitulé « Preuves de l'unité de la matière et observations sur les éléments chimiques, etc. ».

M. L. Ringeissen adresse la description et le dessin d'un « système avertisseur pour la sécurité des voyageurs dans les chemins de fer ».

M. J. Muret adresse un Mémoire portant pour titre : « Nouvelle mé-

thode pour reconnaître la quantité de liquide restant dans les vaisseaux en vidange. »

Mme Delacour adresse une Note « Sur un remède contre les dartres et les affections de la peau ».

(Renvoi au Concours Bréant.)

M. Dumet adresse une Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi au Concours Bréant.)

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mai 1881.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez : *Observations* 1878. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Explication d'un paradoxe d'Hydrodynamique; par G.-A. Hirn. Paris, Gauthier-Villars, 1881; br. in-8°.

De l'Analyse infinitésimale. Étude sur la métaphysique du haut Calcul; par M. Ch. de Freycinet. Seconde édition. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Recherches sur la transmission du son dans l'oreille humaine; par J.-L. Rouis. Paris, Gauthier-Villars, 1877; in-4°. (Adressé au Concours Montyon, Physiologie expérimentale, 1881.)

Conférences de l'Association scientifique de France à la Sorbonne pendant les années 1878, 1879, 1880. *Comptes-rendus analytiques et critiques; par* H. Grignet. Paris, A. Ghio, 1881; in-12.

Valeur antipyrétique de l'acide phénique dans le traitement de la fièvre typhoïde. Acide phénique ou bains froids? par le Dr Fr. Glénard. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1881; in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences, à Harlem. T. XV, livr. 3, 4 et 5. Harlem, les héritiers Loosjes, 1880; 3 livr. in-8°.

Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden godsdienst, uitgegeven door Teylers godgeleerd genootschap. Nieuwe serie, negende deel, 1.2 Stuk. Haarlem, de Erven, F. Bohn, 1880; 2 vol. in-8°.

Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor 1876, *uitgegeven door het koninklijk nederlandsch meteorologisch Instituut.* Vijf en twintigste jaargang, tweede deel. Utrecht, Kemink et Zoon, 1880; in-4° oblong.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI, disp. 1ª, 2ª, 3ª (novembre 1880-febbraio 1881). Torino, E. Loescher, 1881; 3 livr. in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni. T. XIII, giugno 1880. Roma, 1880; in-4°.

Paolo Gorini. *Autobiografia.* Roma, Dossi, Perelli e Levi, 1881; in-8°.

Nuovo studio comparativo sulle pile elettriche con nuovi sistemi di A. Mauri. Milano, Bernardoni, 1881; in-18.

The zoological record for 1879; *being Volume sixteenth of the record of zoological literature*, edited by Ed. Caldwell Rye. London, John van Voorst, 1881; in-8° relié.

Department of the Interior. Second Report of the United States entomological Commission for the years 1878 *and* 1879, *relating to the rocky mountain locust and the western cricket*, etc. Washington, Government printing office, 1880; in-8° relié.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; new series, vol. VIII; whole series, Vol. XVI, Part I. Boston, Wilson and Son, 1881; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1881.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce;* t. XXI (Ire et IIe Parties), nouvelle série. Paris, Impr. nationale, 1881; 2 vol. in-4°.

Traité élémentaire de Chimie organique; par MM. Berthelot et Jungfleisch. Seconde édition. Paris, Dunod, 1881; 2 vol. in-8°.

Michel Chasles; par M. Ph. Gilbert. Bruxelles, A. Vromant, 1881; in-8° (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*). (Présenté par M. d'Abbadie.)

Etude des aberrations des prismes et de leur influence sur les observations spectroscopiques; par M. A. Crova. Paris, impr. Gauthier-Villars, 1881; opuscule in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

Quelques faits de Chirurgie; par le professeur E. Simonin. Nancy, Berger-Levrault, 1881; br. in-8°.

Recherches sur le mode d'action des eaux minérales; par le Dr G. EUSTACHE. Montpellier et Cette, typogr. Boehm, 1874; opuscule in-8°.

Traité élémentaire d'Ophthalmoscopie, d'Optométrie et de réfraction oculaire; par H. ARMAIGNAC. Paris, A. Delahaye, 1878; in-12. (Adressé aux Concours Montyon et Lacaze, Physiologie, 1881.)

Essai sur l'anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des Cucurbitacées; par H.-A. LOTAR. Lille, impr. Danel, 1881; in-8°. (Adressé au Concours Barbier 1881.)

Nouvelles recherches chimiques et physiologiques sur le m'boundou (poison d'épreuve des Gabonais); par les professeurs E. HECKEL et F. SCHLAGDENHAUFFEN. Saint-Denis, impr. Lambert, 1881; in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*) (Adressé au Concours Barbier 1881.)

Galilée, Torricelli, Cavalieri, Castelli. Documents nouveaux tirés des bibliothèques de Paris; par M. CH. HENRY. Roma, Salviucci, 1880; in-4°. (Reale Accademia dei Lincei.)

Sur le calcul des dérangements. — Remarque sur un article des Nouvelles Annales. — *Généralisation d'un théorème d'Arithmétique; par* M. CH. HENRY. Paris, impr. Gauthier-Villars; 2 opuscules in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 mai 1881.)

Page 1090, ligne 12 (Nominations), *au lieu de* M. de Monget, *lisez* M. Demontzey.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'ancien Observatoire du Caire.* Note de M. DE LESSEPS.

« Notre confrère M. Faye, Président du Bureau des Longitudes, m'avait demandé depuis longtemps de faire faire des recherches au Caire pour savoir si l'Observatoire de cette ville possédait encore les volumes de la *Connaissance des Temps* antérieurs aux quarante dernières années, qui n'existent plus à Paris. Après des investigations sans résultat, j'ai pu enfin savoir, lors de mon récent séjour en Égypte, que l'Institut égyptien du Caire, où je venais d'être reçu comme Président d'honneur en remplacement de Mariette, avait recueilli cette collection complète de 1679 à 1866.

» L'ancien Observatoire du Caire, fondé par Méhémet-Ali, n'existant plus et ses beaux instruments ayant été dispersés dans divers établissements, j'ai recommandé de les faire réunir autant que possible et j'ai adressé au khédive d'Égypte un Rapport dont je vais donner lecture.

Rapport à Son Altesse Tewfick Ier, khédive d'Égypte.

« Permettez-moi, comme Membre de l'Académie des Sciences de Paris, d'exprimer à Votre Altesse combien le monde savant serait reconnaissant de l'impulsion que vous daignerez donner à l'Astronomie en Égypte.

» La pureté et la sérénité du ciel font de l'Égypte le pays le plus favorable à des observations astronomiques; aussi a-t-il été justement appelé *l'antique berceau de l'Astronomie.*

» Les pyramides, dont les faces ont des relations bien exactes avec les points cardinaux et dont les bases ont un rapport remarquable avec les dimensions du globe, les zodiaques d'Esneh et de Danderah, indiquant la marche de la ligne des équinoxes, le cercle d'or de 365 coudées de circonférence qui servait dans le temple d'Osymandas à observer le mouvement du Soleil en déclinaison, attestent combien les anciens monarques égyptiens protégeaient l'Astronomie et avec quel amour leurs sujets la cultivaient.

» Aristille et Zimocharis furent les premiers observateurs de l'École d'Alexandrie, où ils se sont distingués par leurs études sur les étoiles, Aristarque par ses observations du Soleil, Ératosthènes par la détermination de l'arc céleste compris entre Alexandrie et Syène. Hipparque catalogua les étoiles visibles et leur assigna leurs positions respectives; il inventa la parallaxe et l'équation du temps; enfin Ptolémée réunit et compléta les connaissances d'Hipparque dans l'Ouvrage qui parut à Alexandrie vers l'an 125 avant Jésus-Christ, résumant toutes les richesses astronomiques des anciens.

» La grande Table hakémite dont on se sert encore aujourd'hui en Europe et en Amérique est le plus beau monument astronomique qui nous soit resté de l'École du Caire, dont l'éclat était si vif au moyen âge.

» Quoique l'Europe soit arrivée aujourd'hui aux plus grandes découvertes théoriques, il lui reste néanmoins beaucoup à accomplir. Elle aurait besoin d'un système continu d'observations, afin de perfectionner la théorie de la Lune, si utile aux marins, de connaître avec exactitude les perturbations produites par Mars et Jupiter sur les petites planètes, les périodes des satellites, afin d'en déduire les masses des grandes planètes, etc.

» Comme cette continuité d'observations ne peut être nulle part mieux établie qu'en Égypte, j'ai l'honneur de proposer la fondation d'un Observatoire qui, sous la haute protection de Votre Altesse, deviendra l'un des premiers Observatoires du monde.... Cet établissement pourrait être utilement dirigé par M. Ibrahim Esmatt, jeune érudit égyptien, qui s'est distingué par ses études et ses travaux à l'Observatoire de Washington. Il coûterait très peu de frais d'installation dans un local du domaine de Votre Altesse, muni des beaux instruments qui existent au Caire.

» F. de Lesseps.

» Caire, le 25 avril 1881 (Cham el Nessim). »

» J'espère que l'approbation de l'Académie encouragera le jeune prince qui gouverne l'Égypte dans la pensée de reconstituer l'Observatoire du Caire, dont les études pourront rendre de grands services à la Science astronomique.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille; par* M. E. Stephan.

N° d'ordre.	Positions moyennes pour 1880,0. Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
1...	13.48.56,00	49. 7.54,5	Excessivement petite; faible; ronde; enveloppe deux très petits points brillants. Elle est distincte de 3688-93-94-95 J.-F.-W. Herschel.
2...	13.56.26,66	55.35.35,4	Faible; arrondie; irrégulière; enveloppe deux petites étoiles.
3...	14. 6.31,62	73.35.38,5	Excess. faible; modérément étendue; irrégulièrement arrondie; très peu de condensation; pas de point brillant.
4 (1).	14.24. 1,19	60.38.25,5	Passablement brillante; assez petite; un peu ovale de SO à NE; noyau brillant; semble résoluble.
5...	14.24.34,37	54. 0.11,3	Excess. excess. faible; allongée de O 30°S à E 30°N; longueur, 45″ environ; très peu de condensation; distincte de 3917 Herschel.
6...	14.24.37,68	77.32.25,0	Assez brillante; assez petite; ronde; bien condensée graduellement vers le centre.
7...	14.24.48,13	77.35.24,5	Faible; petite; ronde; faiblement condensée vers le centre.
8...	14.25.29,34	60.17. 8,3	Faible; petite; irrégulière; enveloppe plusieurs petits points brillants; semble résoluble.
9...	14.41.32,84	76. 2.21,6	Excess. excess. faible; petite; ronde; à peine un peu de condensation.
10...	14.56.40,89	63.33.41,1	Modérément étendue; assez brillante; arrondie; un peu de condensation centrale.
11...	15. 8.38,40	88.23.53,8	Assez faible; assez petite; ronde; graduellement condensée vers le centre.
12...	15.14.17,71	86. 2.46,2	Très faible; très petite; enveloppe deux petits points brillants.
13...	15.24. 2,31	46.39. 8,9	Faible; petite; irrégulière; un peu allongée de S à N; enveloppe deux petits points brillants.

(1) Une première description de la nébuleuse n° 4 (du 15 mai 1877) portait « excessivement petite et faible »; cependant, le 4 juin 1880, jour où la même nébuleuse est décrite comme passablement brillante, l'état du ciel était très médiocre.

N° d'ordre.	Positions moyennes pour 1880,0. Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
14...	15.24. 6,13	46.38.17,3	Étoile 13e-14e paraissant légèrement nébuleuse.
15...	15.25.35,34	46.39.55,9	Modérément faible et étendue; arrondie; un peu de condensation autour d'un petit point central; une autre petite étoile projetée au NO.
16...	15.30.24,82	58.44. 7,0	Modérément faible; petite; effilée de OSO à ENE (petit fuseau).
17...	15.33.25,71	72.34.52,9	Faible; très petite; irrégulièrement arrondie.
18...	15.35. 5,31	72.29. 0,9	Excess. excess. faible; petite; ronde; un peu plus brillante au centre.
19...	15.47.40,70	68.32.27,9	Très faible; ronde; assez étendue; un point plus brillant au milieu.
20...	16. 9.58,66	54.35.16,6	Étoile nébuleuse de 13e grandeur.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

N° d'ordre.	Noms des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
1...	1013-14 W. (*N. C.*), H. XIII.	13.47.42,88	49. 6.27,7	Cat. W.
2...	2484 Arg. Z. + 34°	13.58.21,26	55.30.52,5	Cat. Arg.
3...	114 W. (*N. C.*), H. XIV.	14. 7.15,22	73.33.26,9	Cat. W.
4...	2544 Arg. Z. + 29°	14.26.26,56	60.36.31,1	Cat. Arg.
5...	518 W. (*N. C.*), H. XIV.	14.25.21,23	53.56.41,4	Cat. W.
6...	380 W. (*A. C.*), H. XIV.	14.22. 0,50	77.21.16,7	Cat. W.
7...	Id.			
8...	577 W. (*N. C.*), H. XIV.	14.28.31,45	60.21. 9,2	Cat. W.
9...	844 W. (*A. C.*), H. XIV.	14.45.51,13	76. 1.21,8	Cat. W.
10...	1251 W. (*N. C.*), H. XIV.	14.58.36,81	63.29.25,9	Cat. W.
11...	151 W. (*A. C.*), H. XV.	15.10.15,83	88.24.27,0	Cat. W.
12...	278 W. (*A. C.*), H. XV.	15.17. 4,63	85.57.25,9	Cat. W.
13...	501 W. (*N. C.*), H. XV.	15.23.29,86	46.41.24,1	Cat. W.
14...	Id.			
15...	Id.			
16...	883-84 W. (*N. C.*), H. XV.	15.36.58,21	58.42.48,4	Cat. W.
17...	947 W. (*N. C.*), H. XV.	15.39.24,73	72.34.36,1	Cat. W.
18...	Id.			
19...	1116 W. (*N. C.*), H. XV.	15.45.59,89	68.39.38,8	Cat. W.
20...	223 W. (*N. C.*), H. XVI.	16. 8. 1,94	54.37.50,3	Cat. W.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les genres* Williamsonia *Carruth. et* Goniolina *d'Orb.* Note de MM. G. DE SAPORTA et A.-F. MARION.

« 1. *Williamsonia.* — L'étude que nous poursuivons en commun sur l'*évolution des Phanérogames* nous a conduits à l'examen des genres *Williamsonia* et *Goniolina*, qui représentent les végétaux les plus anciens dont les parties fructifères nous aient été conservées parmi ceux qui ont inauguré le stade angiospermique. Leurs restes fossiles se rapportent à l'horizon de l'oolithe moyenne, c'est-à-dire aux couches bathoniennes, oxfordiennes ou coralliennes, et leur nature réelle ne nous semble pas avoir été encore nettement définie.

» Le genre *Williamsonia* doit son nom à M. Carruthers, qui décrivit en 1868, de concert avec M. Williamson, divers échantillons recueillis, il y a près de cinquante ans, par James Yates, dans les grès bathoniens du Yorkshire. Trompé par des connexions fortuites, dues à un accident de fossilisation, entre les organes du nouveau genre et les tiges feuillées du *Zamites gigas* contenus dans les mêmes lits, le botaniste anglais fut entraîné à considérer le *Williamsonia* comme répondant à l'appareil reproducteur d'une Cycadée jurassique. M. Brongniart, qui avait acquis pour le Muséum de Paris une partie de la collection réunie par J. Yates, admettait lui-même les rapports supposés entre les deux types, sans se prononcer d'ailleurs sur la signification qu'il fallait y attacher. L'étude de cette curieuse collection avait déjà démontré à l'un de nous, dès 1875, que les débris du *Williamsonia* n'avaient qu'une relation apparente avec le *Zamites gigas*, et qu'ils dénotaient plutôt l'existence d'un type angiospermique éteint, comparable à celui de nos Spadiciflores [1].

» L'année dernière, M. le Dr A. Nathorst, de Stockholm, ayant examiné les échantillons de *Williamsonia* du musée d'York, fut frappé par les analogies qu'il remarqua entre les organes connus de la plante jurassique et ceux des Balanophorées.

» En admettant même que le rapprochement proposé par M. Nathorst fût basé seulement sur une apparence extérieure et non pas sur des caractères intimes, ce que nous serions portés à croire, il n'en était pas moins de nature à attirer l'attention. M. Nathorst venait de découvrir de nouveaux

---

[1] Voir Comte DE SAPORTA, *Paléontologie française*, 2e série : *Plantes jurassiques*, II, *Cycadées*, p. 55 et 56.

vestiges de *Williamsonia* dans l'île de Bornholm, sur un niveau géologique correspondant à celui du Yorkshire, et nous en possédions nous-mêmes provenant de l'oxfordien de Poitiers. Il s'agissait donc bien d'un type ayant possédé autrefois une extension géographique considérable au sein de l'Europe oolithique et la revision des échantillons de M. Yates, déposés au Muséum, s'imposait naturellement à nous. M. B. Renault a bien voulu faciliter nos recherches avec sa complaisance ordinaire.

» Les fossiles en question sont des moules en creux, dont l'interprétation exige l'emploi d'une substance plastique, susceptible de restituer le relief des anciens organes. Ils dénotent l'existence d'une plante rigide dont les appendices auraient été formés par un tissu dense et corné, rappelant par exemple celui des feuilles de Pandanées. Les feuilles de *Williamsonia* étaient courtes, semi-amplexicaules, ensiformes, mais creusées en gouttière comme celles des Broméliacées et des Aloïnées, et à bords inermes. Elles se terminaient en une pointe obtuse et calleuse. Elles étaient parcourues par des nervures longitudinales, entremêlées de nervilles ramifiées en un réseau, difficilement reconnaisable sous l'épiderme qui le recouvrait.

» La tige portait à son extrémité les appareils reproducteurs dans lesquels on peut distinguer deux modes différents de structure, indiquant, selon toute vraisemblance, un végétal dioïque. On observe dans tous les cas un involucre polyphylle que la courbure des bractées dont il est formé fait paraître globuleux. Il enveloppe un appareil central solide dont la destruction a donné lieu, dans les sédiments, à une cavité. Cet organe devait être lui-même caduc, au moins dans certains cas, puisque l'on rencontre assez souvent des involucres vides, montrant à leur centre la cicatrice de son insertion.

» Les pièces de l'involucre mâle paraissent disposées sur un seul rang ; elles sont conniventes, allongées et atténuées au sommet. Les appareils mâles sont des plus singuliers et n'ont été que très imparfaitement compris par Carruthers, qui ne s'est pas servi autant que nous de moulages. L'organe représente un axe conique dont la base est cernée par une zone circulaire marquée de stries rayonnantes. Le bord externe de cette zone, lorsqu'on le met à nu, est occupé par un assemblage de très petits compartiments, à contours irrégulièrement hexagones, qui semblent correspondre à autant de loges à pollen. Cette zone basilaire, dans notre esprit, répondrait à une portion stérile et persistante de l'*androphore*, qui dans son intégrité aurait recouvert l'ensemble du réceptacle conique d'une couche feutrée d'appendices staminaux, rappelant par leur disposition et leur rôle l'appareil

mâle des *Typha*. L'axe était enfin surmonté d'une expansion infundibuliforme des plus curieuses, que l'on rencontre dans les sédiments tantôt en place, tantôt détachée, et dont les bords évasés paraissent avoir été frangés ou déchiquetés, tandis que les parois de l'entonnoir étaient formées d'un tissu fibreux des plus denses. Cet appendice terminal ne saurait être comparé à rien, sauf peut-être à la pelotte spongieuse qui couronne le spadice des *Amorphophallus*.

» L'appareil femelle des *Williamsonia* est pourvu du même involucre globuleux que l'appareil mâle; ses bractées sont seulement un peu plus courtes. L'organe contenu dans cet involucre, certainement caduc à la maturité, consistait en un réceptacle ou spadice en forme de pelote solide, plus ou moins globuleuse. La surface est occupée par des compartiments à plusieurs facettes et groupés en rosettes. Chacun des compartiments est marqué d'un point terminal et chaque rosette offre à son centre une protubérance autour de laquelle rayonnent cinq ou six compartiments. La petitesse de ces compartiments et la difficulté de les analyser exactement, même à l'aide des plus heureux moulages, étaient un obstacle à la détermination du *Williamsonia* de Yates. Cet obstacle est aujourd'hui levé, grâce à l'échantillon fossile communiqué par M. le professeur Morière. Cet organe, converti en carbonate de fer, provient de l'oxfordien des Vaches-Noires (Calvados). Il avait été décrit autrefois par le doyen de la Faculté de Caen et passait comme pouvant représenter le fruit d'une Cycadée. Il est certain cependant qu'il se rapporte au spadice femelle d'un *Williamsonia*, différent spécifiquement, mais congénère de celui du Yorkshire. Ici l'organe, en se détachant, a conservé une partie de son involucre et il était arrivé à maturité au moment de la fossilisation. Une large cicatrice circulaire régulière montre à sa base que la déhiscence a dû se faire naturellement.

» Les feuilles centrales de l'involucre restées en place témoignent, par leur épaisseur, d'un état primitif particulièrement coriace. Au milieu d'elles, le spadice est couvert de compartiments carpellaires à sa partie supérieure seulement, le réceptacle s'étant allongé plus que dans l'espèce du Yorkshire, et l'on reconnaît dans la partie inférieure du spadice le tissu fibro-ligneux qui composait l'axe réceptaculaire lui-même. Les compartiments, groupés par cinq ou par six autour d'un compartiment central souvent avorté, reproduisent une ordonnance que les Pandanées nous offrent dans la nature actuelle. Leur partie libre et externe, légèrement bombée et taillée en facettes, montre à son centre un bouton stigmatique.

» Il est incontestable que chacun de ces compartiments correspond à un

carpelle, comprimé par accrescence après la fécondation; mais, en décroûtant l'organe fossile, il a été possible de constater que, parmi les divers carpelles de la même rosette, la plupart avortaient et qu'un seul demeurait fécond, en produisant une graine encore en place. Ces graines sont ovales et atténuées au sommet, basifixes, érigées et orthotropes; elles sont fortement carénées dans leur moitié supérieure sur chacune de leurs quatre faces. Cette curieuse et belle espèce devra prendre le nom de *Williamsonia Morierei*. Ajoutons, en terminant, qu'une troisième espèce est indiquée dans l'oxfordien de Poitiers, par un involucre isolé dont le spadice détaché a dû être d'assez petite taille »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1881.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lallemand : MM. Vulpian, Gosselin, Marey, Ch. Robin et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Milne Edwards et Bouillaud.

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*) : MM. Vulpian, Marey, Ch. Robin, Gosselin et H. Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et Pasteur.

Prix Lacaze (*Physiologie*) : MM. H. Milne Edwards, Ch. Robin et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints à la Section de Médecine et Chirurgie pour constituer la Commission. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et de Quatrefages.

Prix Montyon (*Arts insalubres*) : MM. Boussingault, Dumas, Peligot, Chevreul et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et H. Mangon.

Prix Trémont : MM. Dumas, Bertrand, Rolland, Wurtz et Breguet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Tresca et Phillips.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un procédé expérimental pour la détermination de la sensibilité de la rétine aux impressions lumineuses colorées.* Note de M. GILLET DE GRANDMONT.

« Au point de vue de la vision des couleurs, l'œil ne conserve sa sensibilité que grâce à sa mobilité.

» Supposons un instant tous les muscles de l'œil frappés de paralysie : la rétine, une fois impressionnée par un objet coloré, perdra, au bout de quelques secondes, la faculté de percevoir cet objet et restera en butte à des sensations subjectives mensongères.

» Cette proposition découle de l'observation des faits.

» Pour les rendre apparents avec toute leur netteté, il suffit d'isoler la vision centrale, ou de fixation, de la vision périphérique, en immobilisant la tête de l'observateur et en lui faisant diriger son rayon visuel sur un point d'assez petite dimension pour que l'œil ne puisse se promener à sa surface.

» Dans ces conditions, si l'on place un objet coloré de telle façon que les rayons émanés de sa surface aillent impressionner une portion de la rétine de l'observateur, celui-ci constate que ces rayons colorés, si lumineux qu'ils lui parussent au début, perdent peu à peu de leur éclat, pour s'éteindre définitivement. En moins d'une demi-minute, il ne voit plus l'objet qui lui est présenté.

» Ainsi la rétine peut, dans certaines conditions, ne point apercevoir un corps dont les rayons viennent cependant l'impressionner. C'est là un fait de Physiologie d'une importance capitale.

» Quand une portion de la rétine est ainsi frappée de cécité relative, la membrane sensible a-t-elle perdu son pourpre rétinien et par là la faculté de revoir l'objet qu'on lui présente? peut-elle recevoir d'autres impressions lumineuses? C'est ce qu'il importe d'établir.

» Pour cela on fait passer, entre l'œil et l'objet non perçu, un écran de couleur autre que la couleur même de l'objet et l'on constate que l'objet réapparaît aussitôt. Il suffit donc de quelques secondes de repos pour rendre à la rétine sa sensibilité, sinon totale, du moins partielle ; en effet, en répétant l'expérience, on peut s'assurer que l'impression est de plus en plus fugitive.

» De ce qui précède il faut conclure que, si le pourpre rétinien s'éteint

promptement, il se régénère rapidement; mais qu'il finit toujours par disparaître dans toute la portion de la rétine qui reste sous l'influence des rayons colorés. Mais si, reprenant l'expérience, on place à demeure, entre l'œil et l'objet coloré, un écran blanc, on voit apparaître sur celui-ci l'image de l'objet qui a impressionné la rétine, et la couleur de cette image est la complémentaire de la couleur primitive.

» Ainsi, après avoir perçu tels ou tels rayons colorés, la rétine n'est plus susceptible de percevoir la totalité des rayons lumineux (lumière blanche); elle ne peut plus être impressionnée que par un certain nombre d'entre eux, les seuls rayons complémentaires de la première couleur perçue.

» On peut en outre tirer cette conclusion, que si la rétine n'aperçoit pas tous les objets dont les rayons l'impressionnent, elle peut aussi percevoir l'image d'objets qui n'existent pas. Il est donc possible, comme cela arrive pour le nerf lingual, de faire naître à volonté dans l'œil des sensations subjectives, que l'on peut varier à son gré de forme et de couleur. Ce fait intéresse directement la Médecine légale.

» Un petit instrument, qui rappelle les *pirouettes complémentaires* de M. Chevreul, permet de démontrer à toute une assemblée les faits ci-dessus; je l'ai désigné sous le nom de *chromatroposcope*.

» Il consiste en un disque noir présentant des fenêtres derrière lesquelles on fait apparaître à volonté des surfaces colorées ou des surfaces blanches.

» Si l'observateur immobilise sa fixation centrale en dirigeant le rayon visuel sur un point voisin du disque, il s'aperçoit, au bout de quelques instants, que les sensations lumineuses très nettes, produites par les surfaces colorées, s'atténuent peu à peu pour s'éteindre s'il prolonge l'expérience; mais à ce moment, s'il substitue brusquement aux surfaces colorées des surfaces blanches de même dimension, impressionnant par conséquent les mêmes points de la rétine, il aperçoit tout à coup les couleurs complémentaires avec une pureté et un éclat inconnus.

» Cette expérience, des plus concluantes, permet d'arriver à la détermination précise des divers degrés de sensibilité de la rétine, en tant que mode et durée.

» Au double point de vue de la Pathologie et de la Médecine légale, ces recherches offrent un réel intérêt, puisqu'elles décèlent les variations que peut présenter la rétine pour la perception des couleurs, par la façon même dont l'observateur apprécie les couleurs complémentaires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Baromètre fondé sur l'équivalence de la chaleur et de la pression sur le volume d'un gaz.* Mémoire de M. C. DECHARME. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Cornu.)

« Le volume d'un gaz placé dans des conditions déterminées peut être réduit d'une même quantité soit en augmentant sa pression, soit en abaissant sa température. De même, son volume peut être augmenté par diminution de pression ou par élévation de température. Il doit donc y avoir une température capable de produire sur cette masse gazeuse le même changement de volume qu'une pression donnée pourrait y déterminer, et réciproquement. Je me suis proposé de formuler d'abord et de représenter graphiquement cette équivalence, puis de la faire servir à la détermination de la pression atmosphérique, connaissant le volume et la température du gaz confiné.

» Si l'on représente par V_0 le volume d'un gaz à la température 0° et à la pression H_0, et par V le volume de cette même masse de gaz aussi à la température 0° et à la pression H, la loi de Mariotte donne

$$(1) \qquad V = V_0 \frac{H_0}{H}.$$

D'autre part, d'après la loi de dilatation des gaz (la pression demeurant constante), on a

$$(2) \qquad V = V_0(1 + \alpha t),$$

α représentant le coefficient de dilatation du gaz et t sa température.

» En égalant ces deux valeurs de V, on exprimera que la pression et la chaleur, successivement appliquées au gaz, l'amènent au même état de volume, ce qui donne

$$(3) \qquad V_0 \frac{H_0}{H} = V_0(1 + \alpha t), \quad \text{d'où} \quad t = \frac{H_0 - H}{H\alpha}.$$

Telle est la relation d'équivalence cherchée.

» Pour simplifier, faisons $V_0 = 1$ et appliquons les formules (1) et (3) aux cas particuliers des conditions atmosphériques, c'est-à-dire aux pres-

sions variant de 710^{mm} à 790^{mm} et aux températures de $-25°$ à $+40°$, limites entre lesquelles on peut regarder la loi de Mariotte comme rigoureusement exacte et le coefficient de dilatation α comme constant et égal à 0,00367. Posons, en outre, $H_0 = 1^{atm} = 760^{mm}$, et nous aurons finalement, après substitution de V dans (3),

$$V = \frac{760}{H} \quad \text{et} \quad t = \frac{V - 1}{\alpha} = \frac{V - 1}{0,00367}.$$

» Avant d'appliquer ces formules, il est nécessaire de décrire l'instrument employé. Il se compose simplement d'un thermomètre ordinaire à alcool ou à mercure et d'un thermomètre à air, destiné à faire connaître les volumes du gaz correspondant aux températures observées. Je ne puis entrer ici dans les détails de construction et de graduation du thermomètre à air; ces explications sont données dans le Mémoire.

» Après avoir déterminé expérimentalement le volume V_0, pris pour unité, et l'avoir ramené à la pression normale, on calcule avec cette donnée les volumes V du gaz aux diverses pressions H et les températures t équivalentes au moyen des formules précédentes. On obtient ainsi un Tableau numérique que l'on peut traduire graphiquement par une courbe C_0, à l'aide des groupes de valeurs de H et de t.

» Si la température restait à 0°, la pression seule influant sur le volume du gaz, il suffirait, pour trouver la pression, de lire ce volume sur le thermomètre à air et de suivre sur l'épure l'horizontale qui porte le chiffre du volume observé : le point de rencontre de cette horizontale avec la courbe C_0 appartiendrait à la verticale correspondant à la pression cherchée.

» Mais, la température étant d'ordinaire un nombre quelconque, les volumes V' correspondant aux pressions diverses s'obtiennent par la formule $V' = V(1 + \alpha t')$; si $t' = 10°$ par exemple, $V' = V \times 1,0367$.

» Cela signifie qu'il faudra multiplier chaque valeur de V du premier Tableau, relatif à 0°, par le nombre constant 1,0367. Les températures équivalentes aux pressions seront calculées par la formule $t = \frac{V' - 1}{\alpha}$.

» Le Tableau résultant de ces calculs permettra de construire la courbe C_{10}. Les autres courbes s'obtiendront d'une manière analogue.

» *Mode d'observation.* — Pour trouver la pression atmosphérique, il suffira de lire sur le thermomètre ordinaire la température et sur le thermomètre à air le volume du gaz dans les conditions actuelles.

» Prenant alors l'épure, on suit la courbe qui correspond à la température observée jusqu'à sa rencontre avec l'horizontale portant le chiffre du volume lu sur le thermomètre; la pression cherchée se trouvera sur la verticale passant par ce point et à sa rencontre avec l'échelle des pressions. Exemple : si $t = 10^{\circ}$ et $V = 1,06$, on trouve $H = 743^{mm},7$.

» Les courbes d'équivalences ne sont tracées que de 5° en 5°; on peut les tracer de 2° en 2°. Pour les degrés et fractions de degré intermédiaires, on estimera facilement, à simple vue, la position des lignes correspondantes (en s'aidant, au besoin, d'un compas ou d'un décimètre), et la détermination de la pression se fera sans peine et sans erreur sensible, c'est-à-dire à $\frac{1}{10}$ de millimètre près. Exemple : si $t = 12^{\circ},6$ et $V = 1,07$, on trouve $H = 742^{mm},5$.

» Quant à la correction relative à l'*altitude* (c'est-à-dire la mise au point du variable), on l'obtiendra très simplement en faisant passer l'axe des températures par le point qui correspond à la pression moyenne du lieu, pression donnée par la connaissance de l'altitude.

» Ainsi l'instrument qui vient d'être décrit pourrait être nommé, comme celui de MM. Hans et Hermary, *baromètre absolu* [1], puisqu'il donne la pression réelle n'ayant plus de correction à subir. Mais le thermomètre que je propose est fondé sur un principe différent et plus simple; l'appareil est moins embarrassant et devient un instrument de précision si l'on trace les courbes, de 2° en 2°, sur une échelle convenable. »

BOTANIQUE. — *Sur un Cryptogame insecticide*. Note de M. J. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à l'examen de M. Decaisne.)

« M. Planchon a signalé à mon attention un cas très curieux de parasitisme : c'est la présence, dans les serres chaudes du Jardin des plantes de Montpellier, d'un Cryptogame insecticide (un *Botrytis*, même genre que celui des vers à soie) qui sur une cinéraire a tué tous les pucerons de la plante. J'envoie avec cette Note une feuille qui montrera la manière dont les insectes sont tués en restant couverts du mycélium du champignon.

» L'Aphidien victime de ce parasite est une espèce du genre *Siphonophora*, qui n'est pas décrite à ma connaissance.

» L'action du parasite, foudroyante en serre chaude, paraît s'arrêter à la

[1] *Comptes rendus*, juillet 1873, p. 121.

température de l'air ambiant; au moins n'ai-je pu réussir à l'inoculer ni au Phylloxera, ni à d'autres pucerons (*Chaitophorus aceris*). Peut-être, du reste, l'inoculation directe n'est-elle pas possible, et il y aurait un stage intermédiaire sur d'autres animaux, comme il y en a dans les *Entomophthora* et autres Cryptogames, ainsi que l'ont déjà avancé et prouvé MM. Cornu, Giard, Bail, Lebert, etc., etc. Ce ne serait pas la forme de spore actuelle, mais bien celle du Cryptogame intermédiaire inconnu, qui tuerait les pucerons.

» Il y a donc une espèce de muscardine qui, dans des circonstances données, peut tout d'un coup tuer tous les pucerons sur une plante. Ce fait est mis hors de doute par la découverte de M. Planchon, corroborée par mon examen personnel. »

M. O. Cadiat adresse, pour le Concours du prix Serres, plusieurs Mémoires manuscrits d'Embryogénie et de Tératologie et un Traité d'Anatomie générale appliquée à la Médecine. Ces travaux sont accompagnés d'une analyse manuscrite.

(Renvoi à la Commission du prix Serres.)

M. P. Duffaud soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Étude sur les formes rationnelles à donner aux grands supports isolés en maçonnerie, pleins ou évidés, et soumis à l'action de leur propre poids, d'une charge sur le sommet et de forces tendant à les renverser. Solides d'égale résistance. »

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Gerbeaut adresse, pour le Concours de Mécanique, un Mémoire portant pour titre : « Propulseur Gerbeaut. »

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport de M. *Duchartre* « sur l'hiver de 1879-1880 et sur les dégâts qu'il a causés à l'horticulture ». (Extrait du *Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*).

2° Une Brochure de M. *Desboves*, intitulée « Delambre et Ampère ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur la géométrie des sphères.* Note de M. C. Stephanos.

« 1. Dans une importante Communication faite à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, p. 71-73), M. Laguerre a introduit la notion ingénieuse des *semi-plans*, *semi-sphères*, etc., et fourni ainsi le point de départ pour la formation d'une Géométrie particulière, dans laquelle on considérerait comme élément de l'espace le semi-plan, ou plus généralement la semi-sphère.

» En examinant quels seraient les matériaux de cette Géométrie, j'ai reconnu qu'elle devait être identique avec la géométrie des sphères de M. Lie (¹), en ce sens qu'elle s'occuperait des propriétés des figures de l'espace, inaltérables par les transformations entre sphères étudiées par l'éminent géomètre de Christiania. Dans cette Note je vais indiquer, si l'Académie veut bien le permettre, comment on peut établir la communauté de fond entre ces deux théories.

» 2. Pour cela je commencerai par présenter, pour les notions introduites par M. Laguerre, des définitions qui conviennent à mon but. Un *semi-plan* est constitué par un plan auquel on a attaché l'un des points suivant lesquels il coupe le cercle C_∞ à l'infini. Une *semi-sphère* est constituée par une sphère considérée comme lieu de l'un de ses systèmes de droites. Il est aisé de voir, d'après cela, que l'on ne peut détacher d'une surface deux *semi-surfaces* distinctes que si les lignes géodésiques de longueur nulle de cette surface se séparent en deux systèmes distincts, de manière que par tout point ordinaire de la surface ne passe qu'une seule courbe de chacun de ces systèmes; les cônes de révolution sont dans ce cas.

» 3. Je passe aux transformations entre sphères de M. Lie. Ces transformations résultent des transformations linéaires de l'espace des droites lorsqu'on fait correspondre, d'après Lie, à ces droites des sphères, de sorte que, S étant la correspondance entre droites et sphères et T une transformation linéaire de l'espace des droites, $R = S^{-1}TS$ sera la correspondance entre sphères qui en résulte.

» Maintenant, l'introduction de la notion des *semi-sphères* dans les cor-

(¹) Lie, *Ueber Complexe, insbesondere Linien-und Kugel-Complexe* (*Math. Annalen*, t. V, p. 164-188; 1872). — Voir aussi : Klein, *Vergleichende Betrachtungen über neuere geometrische Forschungen;* Erlangen, 1872, § 7. — Il est juste de noter que la présente Note est conçue dans l'esprit des principes développés par M. Klein dans ce travail.

respondances $R = S^{-1}TS$ est autorisée, on peut dire imposée, par la nature de S. En effet, pour établir la correspondance S, M. Lie part de la représentation des droites C_∞, qui rencontrent C_∞ par les points P de l'espace à trois dimensions. Les points P d'une droite p représentent alors des droites C_∞, qui sont sur une sphère, qui engendrent par conséquent une *semi-sphère*.

» S *constitue donc une correspondance entre droites et semi-sphères*. Deux semi-sphères *opposées*, c'est-à-dire détachées d'une même sphère, correspondent à deux droites qui sont polaires réciproques par rapport à un complexe linéaire L. Aux droites de L correspondent en particulier les points, c'est-à-dire les semi-sphères infiniment petites qui coïncident avec leurs opposées.

» Parmi les droites de L, il y en a une (l) qui joue un rôle particulier; aux droites p qui la rencontrent, correspondent des *semi-plans* π. Si p tourne autour d'un point de l, les semi-plans π correspondants passent par un même point de C_∞; c'est le point attaché à tous ces semi-plans (n° 2). Aux droites du complexe L qui rencontrent la droite l correspondent des semi-plans tangents de C_∞, lesquels se *confondent* avec leurs *opposés*.

» Puisque maintenant S et S^{-1} font correspondre à chaque droite une semi-sphère, ou *vice versa*, *il résulte que* $R = S^{-1}TS$, *de même que* $R^{-1} = S^{-1}T^{-1}S$, *fait correspondre à chaque semi-sphère une semi-sphère, tout en échangeant, en général, les points et les semi-plans par des semi-sphères*. L'introduction de la considération des semi-sphères dans les correspondances R apporte donc ce précieux avantage de restituer le caractère de birationnalité à ces correspondances, et d'ôter ainsi toute ambiguïté au résultat de leur composition mutuelle.

» Les transformations linéaires T de l'espace des droites sont, d'après M. Klein, les unes homographiques, les autres corrélatives. Parmi ces dernières, on a à remarquer la corrélation focale L déterminée par le complexe L; toute autre peut être composée de L et d'une homographie. *La correspondance* $R = S^{-1}LS$ *échange chaque semi-sphère en son opposée*.

» Le rôle des transformations R dans la *géométrie des semi-sphères* est établi par ce fait connu, qu'il n'y a pas d'autre correspondance entre sphères pour lesquelles le contact soit une propriété invariante.

» 4. Dans le groupe des transformations R est contenu, comme on sait, le groupe déterminé par les transformations par rayons vecteurs réciproques. Les transformations U de ce sous-groupe correspondent aux transformations T qui laissent le complexe L invariable.

» Par contre, au groupe des transformations T qui ne déplacent pas la droite l correspond un *groupe* V *de transformations* R *par lesquelles à chaque semi-plan correspond un semi-plan*, de même qu'à chaque semi-cône de révolution un semi-cône pareil [1]. Toute correspondance entre semi-plans par laquelle à des semi-plans passant par une droite c_∞ correspondent des semi-plans passant encore par une droite c_∞ est contenue dans ce groupe V. Les propriétés des figures de l'espace inaltérables par les transformations V intéressent la *géométrie des semi-plans*. Cette géométrie a donc sa place marquée à côté de la géométrie des rayons vecteurs réciproques.

» 5. Parmi les correspondances V entre semi-plans, il convient de remarquer particulièrement celles qui proviennent de transformations $T = SVS^{-1}$, dans lesquelles toutes les droites appuyées sur deux droites p_1, p_2 qui rencontrent l correspondent à elles-mêmes.

» Dans une pareille correspondance entre semi-plans, il y a deux semi-plans *fondamentaux* π_1, π_2, qui correspondent à eux-mêmes. Toute semi-sphère qui touche π_1 et π_2 correspond à elle-même. Deux semi-plans correspondants sont tangents à un même semi-cône de révolution touchant les deux plans fondamentaux; ces deux couples de semi-plans déterminent sur le semi-cône un rapport anharmonique constant et qui est le même pour tout couple de semi-plans correspondants.

» La correspondance par *directions réciproques*, étudiée par M. Laguerre, dans la Note citée, est un cas particulier de ces correspondances. On l'obtient, en effet, en supposant que les deux semi-plans fondamentaux viennent à devenir *opposés*, ce qui arrive dans le cas où les deux droites p_1 et p_2, auxquelles correspondent dans S les plans π_1 et π_2, deviennent polaires l'une de l'autre par rapport au complexe L. Si les deux droites p_1 et p_2 s'approchent infiniment de la droite l, tout en appartenant au complexe L, la transformation par direction réciproque devient une *dilatation*. »

---

(1) Nous ne savons pas si ce sous-groupe V a attiré jusqu'ici l'attention. Nous trouvons cependant que M. Lie a déjà remarqué que les transformations R qui correspondent à des transformations T laissant invariables le complexe L et la droite l, et qui sont ainsi communes aux deux sous-groupes U et V, constituent les homographies qui font glisser le cercle C_∞ sur lui-même.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Parmi les fonctions fuchsiennes, il en est qui jouissent de certaines propriétés spéciales sur lesquelles je désire attirer l'attention.

» Soit un plan dont les différents points représentent la variable imaginaire z, et, dans ce plan, le *cercle fondamental* dont le centre est l'origine et le rayon l'unité.

» On pourra tracer dans ce plan l'axe des quantités réelles Ox et une série de cercles $C_1, C_2, \ldots, C_n$, définis de la manière suivante :

» 1° Ils coupent tous le cercle fondamental orthogonalement.

» 2° Le cercle C_1 coupe Ox en α_1 et β_1 sous un angle $\frac{\lambda_1}{2}$.

» 3° Le cercle C_i coupe le cercle C_{i-1} en α_i et β_i sous un angle λ_i.

» 4° Le cercle C_n coupe Ox en α_{n+1} et β_{n+1} sous un angle $\frac{\lambda_{n+1}}{2}$.

» Je suppose que chacun des angles $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{n+1}$ est une partie aliquote de 2π et que

$$(1) \qquad \lambda_1 + 2\lambda_2 + 2\lambda_3 + \ldots + 2\lambda_n + \lambda_{n+1} < 2\pi(n-1).$$

Grâce à l'inégalité (1), il est toujours possible de tracer la figure que nous venons de définir.

» Cela posé, définissons $n+1$ fonctions de z, $z_1, z_2, \ldots, z_{n+1}$, par les équations suivantes :

$$\frac{z_1-\alpha_1}{z_1-\beta_1} = e^{i\lambda_1}\left(\frac{z-\alpha_1}{z-\beta_1}\right),$$

$$\frac{z_2-\alpha_2}{z_2-\beta_2} = e^{i\lambda_2}\left(\frac{z-\alpha_2}{z-\beta_2}\right),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\frac{z_{n+1}-\alpha_{n+1}}{z_{n+1}-\beta_{n+1}} = e^{i\lambda_{n+1}}\left(\frac{z-\alpha_{n+1}}{z-\beta_{n+1}}\right).$$

» D'après la théorie générale des fonctions fuchsiennes, exposée dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 14 février 1881, il existera une infinité de fonctions $F(z)$, uniformes en z, n'existant qu'à l'intérieur du cercle fondamental, méromorphes à l'intérieur de ce cercle et jouissant de la propriété suivante :

$$F(z) = F(z_1) = F(z_2) = \ldots = F(z_n) = F(z_{n+1}).$$

» Entre deux quelconques de ces fonctions, dites *fonctions fuchsiennes*, il y a une relation algébrique. Si, de plus, on pose

$$x = F(z), \quad y = \sqrt{\frac{dF}{dz}},$$

on aura

$$(2) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = y\,\varphi(x),$$

φ étant algébrique en x, de sorte que la fonction $F(z)$ permettra d'intégrer l'équation (2).

» Quel sera le genre de la relation algébrique qui existe entre deux fonctions fuchsiennes quelconques?

» Soient u et v deux de ces fonctions et

$$(3) \qquad f(u, v) = 0$$

la relation qui les unit; soit enfin

$$\int \theta(u, v)\,du = G(z)$$

une intégrale abélienne de première espèce dérivée de la relation (z). $G(z)$ n'existera qu'à l'intérieur du cercle fondamental et sera holomorphe à l'intérieur de ce cercle. On démontre que toutes les périodes doivent être nulles; la relation (z) est donc du genre 0 et toutes les fonctions fuchsiennes peuvent s'exprimer rationnellement par l'une d'entre elles. Nous achèverons de définir $F(z)$ par les conditions suivantes :

» 1° $F(z)$ sera l'une des fonctions fuchsiennes à l'aide desquelles toutes les autres s'expriment rationnellement.

» 2° On aura

$$F(\alpha_1) = 0, \quad F(\alpha_2) = 1, \quad F(\alpha_3) = \infty.$$

Il en résultera que, dans l'équation (2), φ sera rationnel en x et que les points singuliers de l'équation (2) seront

$$F(\alpha_1),\ F(\alpha_2),\ \ldots,\ F(\alpha_n),\ F(\alpha_{n+1}).$$

De plus, la fonction $F(z)$ reste réelle tout le long des cercles $C_1, C_2, \ldots, C_n$, et, par conséquent, les points singuliers de l'équation (2) sont tous réels. Enfin on peut profiter des éléments qui restent indéterminés de telle sorte que $F(\alpha_1)$, $F(\alpha_2)$, ..., $F(\alpha_{n+1})$ deviennent respectivement égaux à $n+1$ nombres réels quelconques donnés.

» Dans le cas particulier où $n = 2$, l'équation (2) se réduit à l'équa-

tion hypergéométrique de Gauss et $F(z)$ se réduit à cette fonction particulière sur laquelle j'ai appelé spécialement l'attention dans ma Note du 14 février et dont M. Halphen a fait ressortir les propriétés les plus importantes dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 4 avril 1881.

» Si, de plus, on suppose

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0,$$

la fonction

$$F\left(\frac{z+\sqrt{-1}}{z-\sqrt{-1}}\right)$$

se réduit à la fonction modulaire.

» Ne supposons plus $n = 2$, mais supposons

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \ldots = \lambda_n = \lambda_{n+1} = 0;$$

les points $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n+1}$ seront rejetés sur le cercle fondamental. La fonction $F(z)$ ne pourra prendre, à l'intérieur de ce cercle, aucune des valeurs

$$F(\alpha_1),\ F(\alpha_2),\ \ldots,\ F(\alpha_{n+1}).$$

» Supposons donc une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels en x et dont les points singuliers soient

$$x = F(\alpha_1), \quad x = F(\alpha_2), \quad \ldots, \quad x = F(\alpha_{n+1}),$$

on y fera

$$x = F(z).$$

Les intégrales de l'équation proposée seront des fonctions zétafuchsiennes de z, qui n'existeront qu'à l'intérieur du cercle fondamental et seront holomorphes à l'intérieur de ce cercle.

» Cette méthode permet d'intégrer toutes les équations différentielles linéaires à coefficients rationnels toutes les fois que tous les points singuliers sont réels. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.* Mémoire de M. **L.-V. Turquan.** (Extrait par l'auteur.)

« L'intégration de l'équation

$$f(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0$$

dépend de l'intégration du système d'équations simultanées aux différentielles ordinaires suivant, entre les huit variables x, y, z, p, q, r, s, t :

$$\left(\frac{df}{dx} + \frac{df}{dz}p\right)dx + \frac{df}{dp}dp + \frac{df}{dr}dr = 0,$$
$$\left(\frac{df}{dy} + \frac{df}{dz}q\right)dy + \frac{df}{dq}dq + \frac{df}{ds}ds + \frac{df}{dt}dt = 0,$$
$$\left(\frac{df}{ds}dx - \frac{df}{dr}dy\right)dy - \frac{df}{dt}dx^2 = 0,$$
$$s\left(\frac{df}{dq}dx - \frac{df}{dp}dy\right)dx - \left(\frac{df}{ds}dx - \frac{df}{dr}dy\right)ds = 0,$$
$$dz - p\,dx - q\,dy = 0,$$
$$dp - r\,dx - s\,dy = 0,$$
$$dq - s\,dx - t\,dy = 0.$$

» Le système intégral de ces équations ne renferme que six constantes arbitraires distinctes, et, si entre les sept équations de ce système on élimine une des constantes et les cinq dérivées p, q, r, s, t, on trouve une valeur de z fonction de x, y et de cinq constantes arbitraires, qui est une intégrale complète de l'équation proposée.

» Ce procédé peut être en défaut lorsque quelques dérivées manquent dans l'équation proposée; mais un changement de variables, au moyen des formules

$$z = ax' + by' + cz',$$
$$y = a'x' + b'y' + c'z',$$
$$x = a''x' + b''y' + c''z',$$

ramène l'équation à la forme générale, c'est-à-dire à une forme où elle contient toutes les variables.

» Cette méthode, appliquée aux équations

$$rt - s^2 = 0,$$
$$\mathrm{A}r + \mathrm{B}s + \mathrm{C}t = 0,$$
$$q^2r - 2pqs + p^2t = 0,$$
$$x^2r + 2xys + y^2t = 0,$$
$$2p - (r - t)x = 0,$$

a toujours réussi et donné les intégrales obtenues par d'autres procédés. »

GÉODÉSIE. — *Les étalons de poids et mesures de l'Observatoire de Paris et les appareils qui ont servi à les construire; leur origine, leur histoire et leur état actuel.* Note de M. C. **Wolf**, présentée par M. Mouchez.

« Près de quatre-vingts ans se sont écoulés depuis qu'un arrêté du premier Consul, en date du 1er vendémiaire an XII, a ordonné le dépôt à l'Observatoire de Paris de deux étalons du mètre et du kilogramme copiés sur ceux des Archives nationales, et des appareils qui ont servi à l'établissement du système métrique. La garde de ces instruments était confiée au Bureau des Longitudes; elle a passé, depuis 1854, au Directeur de l'Observatoire.

» Pendant plus de cinquante ans, il n'a existé aucun catalogue régulier de ces instruments : on ne peut donc s'étonner si actuellement il règne à l'Observatoire quelques incertitudes dans les traditions relatives aux appareils employés par les deux Commissions du mètre, si parfois même ces traditions ont été complètement perdues.

» A l'étranger, des doutes ont été élevés récemment sur l'authenticité de l'un de nos étalons historiques, la toise du Pérou. Dans le préambule de ses observations faites en 1870 avec l'appareil du pendule de Bessel, M. C. F. W. Peters écrit, en parlant de la toise de Bessel : « Comme, depuis » l'époque des expériences de Bessel, l'original de la toise du Pérou a été » perdu, cette copie exacte (qui en a été faite en 1823 par Fortin et qui » est connue sous le nom de *toise de Bessel*) a acquis un haut accroissement » d'importance. »

» L'attention de M. l'amiral Mouchez, Directeur de l'Observatoire, ayant été appelée par le Standard Office de Londres sur cette assertion de M. Peters, il m'a chargé des recherches nécessaires pour vérifier l'authenticité et l'état de conservation de la règle de fer que l'Observatoire possède sous le nom de *toise du Pérou*. Ces recherches, celles auxquelles je m'étais livré depuis mon entrée à l'Observatoire, les renseignements que j'avais eu la bonne fortune d'obtenir autrefois de MM. Mathieu et Laugier, m'ont permis de reconstituer d'une manière complète l'histoire, non seulement de cette toise, mais aussi de nos autres étalons et des appareils qui ont servi à leur construction, et de démontrer que, à l'exception de quatre pièces d'importance secondaire qui ont disparu à des époques que l'on peut préciser, tous les étalons et instruments déposés à l'Observatoire en exécution de

l'arrêté du 1er vendémiaire an XII y existent encore aujourd'hui, en bon état de conservation et avec des caractères indéniables d'authenticité.

» Je diviserai mon travail en trois parties; la première a pour objet les deux toises du Pérou et du Nord : c'est celle que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie; la deuxième est relative au mètre et aux appareils qui ont servi à le construire; la troisième renferme l'histoire des étalons de poids. L'ensemble sera publié dans les *Annales de l'Observatoire*.

» J'ai reconstitué l'histoire des toises du Pérou et du Nord à l'aide de documents empruntés aux publications et aux manuscrits de La Condamine, Bouguer, l'abbé Outhier, de Mairan, La Caille, Le Monnier, Legentil, et surtout à l'*Astronomie* de Lalande. L'exemplaire de la troisième édition de cet Ouvrage que possède l'Observatoire a été enrichi, par Lalande, d'une foule de Notes écrites en vue de la préparation d'une quatrième édition. Ces Notes donnent à notre exemplaire la valeur d'un manuscrit, et elles m'ont permis de rectifier quelques points mal interprétés de l'histoire de nos toises.

» Les Archives du Bureau des Longitudes et celles de l'Observatoire m'ont fourni de précieux documents pour les temps les plus rapprochés de nous, depuis le commencement du XIXe siècle.

» J'ai joint à l'histoire des deux toises du Pérou et du Nord celles des toises de Cassini, de Lacaille et de Mairan, qui semblent aujourd'hui perdues, mais dont les comparaisons fréquentes avec les deux règles étalons servent à définir la précision que l'on obtenait au dernier siècle dans ces comparaisons.

» L'examen détaillé des règles dans leur état actuel, la comparaison de leurs longueurs et l'étude de la forme de leurs extrémités, que j'ai faites sur la grande règle de Borda, à l'aide du comparateur de Lenoir et de Prony, m'ont amené aux conclusions suivantes :

» 1° L'histoire des deux toises du Pérou et du Nord peut être suivie sans interruption, depuis leur origine jusqu'à l'époque actuelle. Les deux règles que l'Observatoire possède sous ces noms sont bien réellement les toises de Godin et de La Condamine.

» 2° La différence de ces deux toises, comparées comme l'ont fait les académiciens de 1756, est la même aujourd'hui que celle qui a été trouvée à cette époque.

» 3° La forme générale des faces terminales des deux toises est la même que celle qui résulte de l'ensemble des comparaisons anciennes. La petite différence de longueur des deux toises aux bords de leurs entailles, appré-

ciable sur un comparateur à levier, a dû échapper aux procédés anciens de comparaison.

» 4° Il suit de là que le nettoyage subi par les deux toises en 1854 n'a pas altéré d'une manière appréciable la forme ni la distance de leurs faces terminales; que, par conséquent, les bruits répandus à cette époque sur l'altération de la toise du Pérou ne reposent sur aucun fondement sérieux.

» 5° Il résulte encore de cet examen qu'il n'est nullement prouvé que la toise du Nord ait jamais été égale à celle du Pérou à moins de $\frac{1}{25}$ de ligne, ni par conséquent qu'elle ait été altérée à son retour de Laponie. Ma conviction est que nous possédons les deux toises dans l'état même, quant aux surfaces terminales, où elles sont sorties des mains de Langlois en 1735 (¹). »

PHYSIQUE. — *Sur la loi du rayonnement.* Note de M. J. VIOLLE.

« L'intensité d'une radiation simple émise par le platine incandescent (²) est représentée très exactement par la formule $I = mT^3(1 + \varepsilon\alpha^{-T})^T$, comme je l'ai indiqué précédemment et comme le prouve le Tableau suivant, qui contient les valeurs calculées au moyen de cette formule pour une partie des mesures rappelées plus haut :

	$\lambda = 656$ { $\varepsilon = 0{,}041495$, $\alpha = 1{,}00045$ }		$\lambda = 589{,}2$ { $\varepsilon = 0{,}04295$, $\alpha = 1{,}00044$ }		$\lambda = 535$ { $\varepsilon = 0{,}04467$, $\alpha = 1{,}00043$ }	
t.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.
775°...	»	»	0,05	0	»	»
954...	1	0	1	0	1	0
1045...	3,1	−0,2	3,4	−0,2	3,6	−0,1
1500...	153	0	218	−1	324	+17
1775...	501	−6	812	+3	1365	0

» Mais si l'on essaye de représenter par la même formule les nombres de Dulong et Petit relatifs au rayonnement de leur thermomètre entre 80° et 240°, on n'obtient pas de bons résultats. De même, la formule célèbre de ces deux physiciens, $I = ma^t$, ne convient pas aux mesures obtenues avec le platine incandescent, et l'expression $I = mT^4$, proposée récemment par

(¹) Le Mémoire *in extenso* de M. Wolf sera publié dans le prochain Volume des *Mémoires* de l'Observatoire.

(²) *Comptes rendus*, séance du 4 avril 1881.

M. Stéphan, donnant pour les intensités rélatives à 954°, 1045°, 1500° et 1775° les nombres 1, 1,33, 4,36 et 7,76, ne saurait être adoptée.

» On obtient, au contraire, une représentation très satisfaisante de tout l'ensemble des mesures par la formule

$$I = mTb^{T^2}a^{T},$$

dans laquelle T représente la température absolue, m un coefficient constant, b le nombre 0,9999938, $a = 1{,}03550 - 13\lambda$, λ étant la longueur d'onde en millimètres.

» Si en effet nous appliquons d'abord cette formule au rayonnement du platine, nous avons :

	$\lambda = 656$.		$\lambda = 589{,}2$.		$\lambda = 535$.		$\lambda = 482$.	
t.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.	Intensités calculées.	Différences avec l'observation.
775°..	»	»	0,04	−0,01	»	»	»	»
954..	1	0	1	0	1	0	»	»
1045..	3,0	−0,3	3,2	−0,4	3,4	−0,3	1	»
1500..	161	+7	219	0	311	+4	142	1
1775..	507	0	807	−2	1371	+6	807	5,7

» Les calculs ont été faits avec les valeurs de a qui ont paru le mieux convenir aux observations; ces valeurs,

$$1{,}02713,\quad 1{,}02772,\quad 1{,}02838,\quad 1{,}02935,$$

satisfont à la formule $a = 1{,}03550 - 13\lambda$ avec les différences respectives

$$-0{,}00016,\quad +0{,}00012,\quad +0{,}00015,\quad -0{,}00012.$$

» Les expériences de Dulong et Petit sont également bien représentées par la même formule en prenant $a = 1{,}01161$, c'est-à-dire en supposant $\lambda = 1838$, ce qui est parfaitement admissible, d'après les mesures de M. Mouton, qui a fixé des λ jusqu'à 2140. On a, en effet :

	Vitesses de refroidissement		
Excès.	déterminées par Dulong et Petit.	calculées par ma formule.	Δ.
80°	1,74	1,71	−0,04
100	2,30	2,35	+0,05
120	3,02	3,10	+0,08
140	3,88	3,97	+0,09

Excès.	Vitesses de refroidissement déterminées par Dulong et Petit.	calculées par ma formule.	Δ.
160°	4,89	4,96	+0,05
180	6,10	6,10	0
200	7,40	7,39	−0,01
220	8,81	8,84	+0,03
240	10,69	10,46	−0,23

» Les différences ne sont pas, en général, supérieures à celles qui existent entre les nombres calculés par Dulong et Petit d'après leur formule et les nombres observés.

» De l'ensemble de ces faits il me paraît résulter que la loi du rayonnement peut être représentée entre 0° et 1775° par la formule

$$I = mTb^{T^2}a^{T}. »$$

PHYSIQUE. — *De la production du son par la force de rayonnement.* Note de M. A. GRAHAM BELL (¹).

« Au mois d'août dernier, dans un Mémoire lu à l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, j'ai décrit certaines expériences que j'ai faites avec M. Sumner Tainter, et qui nous ont conduits à construire un *photophone*, appareil pour la production du son par la lumière (²); aujourd'hui je me propose d'indiquer les progrès que nous avons faits dans la connaissance des phénomènes photophoniques depuis la publication de notre premier travail.

» Dans le Mémoire lu à Boston, nous avons annoncé que des disques minces d'un très grand nombre de substances *émettent des sons* lorsqu'on les soumet à l'action d'un rayon de lumière solaire à intermittences rapides. Le grand nombre des substances soumises à l'expérience m'a fait penser que le pouvoir d'émettre des sons dans de telles conditions devait être une propriété générale de la matière.

(¹) Mémoire lu à l'Académie nationale des Arts et des Sciences le 21 avril 1881.

(²) Voir les *Proceedings of american Association for the advancement of Science*, 27 août 1880; l'*American Journal of Science*, vol. XX, p. 305; le *Journal of the American electrical Society*, vol. III, p. 3; le *Journal of the Society of telegraph Engineers and Electricians*, vol. IX, p. 404; les *Annales de Chimie et de Physique*, vol. XXI.

» Jusqu'alors nous n'avions pu réussir à obtenir des sons perceptibles en opérant sur des masses des substances qui devenaient sonores quand nous les employions à l'état de diaphragmes minces; mais nous nous étions expliqué cet échec en admettant que le mouvement moléculaire déterminé par la lumière était surtout une action exercée à la surface et que, dans les conditions de nos expériences, les vibrations devaient traverser la masse entière pour venir agir sur l'oreille. Nous avons donc supposé que, si nous pouvions amener jusqu'à l'oreille de l'air qui fût directement en contact avec la surface éclairée, nous obtiendrions des sons plus énergiques, qui prouveraient que les masses un peu considérables sont aussi sonores que les diaphragmes minces. Les premières expériences faites pour vérifier cette hypothèse semblèrent nous donner raison. En concentrant un rayon de lumière solaire à l'une des extrémités d'un tube ouvert et en mettant l'oreille à l'autre extrémité, nous avons pu, lors de l'interruption du rayon lumineux, percevoir un son musical, dont la hauteur dépendait de la fréquence des intermittences et dont la force variait avec la nature de la substance du tube.

» Forcé de partir pour l'Europe, je dus alors interrompre ces expériences. A Paris, j'eus l'idée de les reprendre sous une forme nouvelle, qui devait me permettre d'étudier les sons produits par les masses matérielles, et aussi de vérifier le principe général de la *sonorité de la matière soumise à l'action d'un rayon de lumière intermittent*. Pour y arriver, il fallait que la substance mise en expérience fût placée dans l'intérieur d'un vase transparent, en verre par exemple, perméable à la lumière, mais arrêtant sensiblement le son. Ainsi la lumière pourrait pénétrer dans le vase, tandis que le son produit par les vibrations de la substance ne pourrait s'en échapper. Pour le percevoir, on mettrait l'oreille en communication avec l'intérieur du vase au moyen d'un tube acoustique.

» Je fis à Paris quelques expériences préliminaires, et j'obtins des résultats si encourageants, que je les communiquai à l'Académie des Sciences par une Note que M. Antoine Breguet voulut bien se charger de présenter en mon nom, le 11 octobre 1880 [1]. Bientôt après j'écrivis à M. Tainter pour lui demander de poursuivre ces recherches en Amérique, parce que les circonstances ne me permettaient pas de le faire moi-même en Europe. Comme ces expériences semblent avoir servi de point de départ à toute une série de recherches indépendantes d'une très grande importance, qui ont été

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCI, p. 595.

faites simultanément en Amérique par M. Tainter, et en Europe par M. Mercadier ([1]), M. Tyndall ([2]), M. W.-E. Röntgen ([3]) et M. W.-H. Preece ([4]), je me permets de citer le passage de ma Lettre à M. Tainter relatif aux expériences en question :

« Hôtel Métropolitain, rue Cambon, Paris, 2 novembre 1880.

» Mon cher monsieur Tainter,

» .... J'ai songé à une méthode pour obtenir des sons par l'action d'un rayon de lumière intermittent sur les substances auxquelles il est impossible de donner la forme de diaphragmes minces ou de tubes; cette méthode est tout particulièrement propre à vérifier la généralité du phénomène que nous avons découvert, car elle peut s'appliquer aux solides, aux liquides et aux gaz.

» Mettez dans une éprouvette de verre la substance que vous voulez soumettre à l'expérience, et adaptez à l'ouverture de cette éprouvette un tube de caoutchouc qui portera le son jusqu'à l'oreille; concentrez alors le rayon intermittent sur la substance placée dans l'éprouvette. J'ai appliqué cette méthode à un grand nombre de corps, et toujours avec succès; bien qu'il soit très difficile d'avoir un rayon de Soleil ici, et que, même lorsque le Soleil se montre, l'intensité de sa lumière ne puisse se comparer à celle que nous avons à Washington. Des cristaux de bichromate de potasse et de sulfate de cuivre et la fumée de tabac m'ont donné de très beaux effets. Un cigare entier, mis dans l'éprouvette, a produit un son très marqué. L'eau pure ne m'a pas donné de résultat; mais, en la mélangeant d'un peu d'encre, j'ai obtenu un son faible. Je vous conseille de répéter ces expériences et de les étendre encore.... »

» Lors de mon retour à Washington, le 7 janvier, M. Tainter me communiqua le résultat des expériences qu'il avait faites dans mon laboratoire pendant que j'étais en Europe. Il avait d'abord étudié les propriétés d'un grand nombre de corps enfermés dans des éprouvettes, au seul point de vue de l'intensité des sons. Il arriva ainsi à constater que la ouate, la laine, la soie et les substances fibreuses en général donnent des sons bien plus intenses que les corps durs et rigides, comme les cristaux ou les diaphragmes tels que ceux que nous avions pris d'abord.

» Pour mieux étudier les effets obtenus, M. Tainter disposa les corps sur

---

([1]) *Notes sur la radiophonie* (*Comptes rendus*, 6 et 13 déc. 1880; 21 et 28 févr. 1881). Voir aussi le *Journal de Physique*, t. X, p. 53.

([2]) *Action d'un rayon intermittent de chaleur rayonnante sur les gaz* (*Proc. Royal Society*, 13 janv. 1881, t. XXI, p. 307).

([3]) *Sur les sons que détermine l'éclairage intermittent d'un gaz* (voir les *Annalen der Phys. und Chemie*, janv. 1881, n° 1, p. 155).

([4]) *De la conversion de la force de rayonnement en vibrations sonores* (*Proc. Royal Society*, 10 mars 1881, t. XXXI, p. 506).

lesquels il voulait opérer dans une cavité de forme conique, pratiquée dans une masse de cuivre et fermée par une glace plane. Un tube de cuivre, aboutissant à cette cavité, la faisait communiquer avec le tube acoustique. En opérant sur de la laine ou quelque autre matière fibreuse, il obtenait, avec cette disposition, des sons bien plus intenses qu'avec une éprouvette.

» M. Tainter compara ensuite des fibres de laine et de soie de différentes couleurs et ne tarda pas à reconnaître que les nuances les plus foncées donnent les résultats les plus marqués. La laine noire surtout lui donna un son très intense.

» Comme la ouate blanche s'était montrée égale, sinon supérieure, à toutes les autres matières fibreuses blanches qu'il avait essayées jusque-là, il songea naturellement à la comparer à la ouate de couleur; mais, n'en ayant pas sous la main, il eut recours au noir de fumée pour teindre la ouate blanche. Le son se trouva tellement renforcé, que M. Tainter voulut opérer sur le noir de fumée seul. Il mit donc dans une éprouvette une petite cuillerée de noir de fumée, qu'il soumit à l'action d'un rayon solaire intermittent; il obtint ainsi un son bien plus intense qu'aucun de ceux qu'il avait obtenus jusqu'alors. Il enfuma une glace et l'exposa au rayon intermittent, de manière que la face noircie fût tournée vers le Soleil : le son produit fut assez intense pour être entendu, lorsqu'on prêtait l'oreille, de toutes les parties du laboratoire. Si l'autre face était tournée vers le Soleil, le son devenait notablement plus faible. M. Tainter répéta toutes ces expériences devant moi dès que je fus de retour à Washington, afin de m'en faire vérifier les résultats.

» En enfumant l'intérieur de la cavité conique et en l'exposant au rayon intermittent, avec son couvercle de verre remis en place, nous obtînmes des effets tout à fait surprenants. Le son était si intense, qu'il faisait réellement mal à l'oreille quand on appuyait celle-ci contre l'extrémité du cornet acoustique. Mais les sons devenaient sensiblement plus forts lorsque nous mettions une toile métallique enfumée dans l'intérieur du récipient.

» Nous lançâmes le rayon intermittent dans un résonnateur que nous avions exposé à la fumée d'une lampe, et alors nous pûmes observer de curieuses alternances de son et de silence. Nous faisions d'abord tourner le disque interrupteur avec une très grande vitesse, puis nous le laissions peu à peu revenir au repos. On entendait d'abord un son musical très faible, dont la hauteur diminuait peu à peu à mesure que les interruptions se ralentissaient. Quant à l'intensité du son produit, elle varia d'une manière très remarquable. A chaque instant il se produisait des renforcements

secondaires, qui devinrent de plus en plus marqués à mesure que nous approchions de la hauteur normale du résonnateur. Lorsqu'enfin la fréquence des interruptions se trouva égale à celle des vibrations de la note fondamentale du résonnateur, le son devint si intense, que plusieurs centaines de personnes auraient pu l'entendre à la fois.

» Ces effets du noir de fumée m'ont semblé d'autant plus extraordinaires, que je me souviens parfaitement d'avoir fait, pendant l'été de 1880, sur des diaphragmes enfumés, des expériences qui n'avaient donné aucun accroissement d'intensité de ce genre. Ainsi l'examen des carnets de nos expériences photophoniques antérieures nous a fait trouver au Tome VII, page 57, la note qui suit :

« *Expérience V.* — Diaphragme de mica recouvert de noir de fumée du côté exposé à la lumière.

» *Résultats.* — Son distinct, peu différent de celui que donne le diaphragme sans noir de fumée. — A. G. B., 18 juillet 1880.

» J'ai vérifié cette expérience; mais je trouve le son un peu plus fort avec le noir de fumée que sans. — S. T., 18 juillet 1880. »

» En répétant cette ancienne expérience, nous sommes arrivés à un résultat identique à celui que nous venons d'indiquer; la couche de noir de fumée mise sur le mica ne nous a donné qu'un accroissement d'intensité douteux, ou en tout cas très faible. Dans cette expérience, nous avons constaté l'effet produit, tantôt en mettant le diaphragme de mica contre l'oreille, tantôt à l'aide d'un cornet acoustique dont une extrémité était fermée par le diaphragme. Le son s'entendait mieux à l'air libre, en mettant l'oreille aussi près de la surface noircie qu'il était possible de le faire sans intercepter le rayon lumineux.

» A l'époque où j'avais lu mon Mémoire à l'Association américaine, il m'avait été impossible de savoir si les corps rendus sonores par l'action directe du rayon solaire intermittent pouvaient reproduire les sons de la parole articulée sous l'action du rayon ondulatoire parti de notre transmetteur photophonique. On comprendra sans peine la difficulté qui m'avait arrêté, si l'on considère que les sons émis par les diaphragmes minces et les tubes étaient si faibles, que les corps sous cette forme ne pouvaient donner de sons perceptibles à une grande distance du transmetteur; d'un autre côté, à une faible distance, on ne pouvait non plus juger des effets produits par le transmetteur articulé, parce que la voix s'entendait directement à travers l'air. Mais les sons très intenses que donne le noir de

fumée nous ont permis de démontrer que ce corps peut, dans le photophone articulant, être substitué au récepteur électrique dont nous nous étions d'abord servis.

» Il nous a été impossible d'opérer à de plus grandes distances sans héliostat, à cause de la difficulté de maintenir la lumière dirigée d'une manière constante vers le récepteur. Des mots et des phrases prononcés dans le transmetteur à voix basse ont été reproduits d'une manière intelligible par le récepteur de noir de fumée.

» Pour obtenir des effets à distance sans le secours d'une lentille, nous prenons deux disques perforés de la même façon, et nous faisons tourner rapidement l'un des deux, tandis que l'autre reste stationnaire. Ce genre d'interrupteur est aussi très commode pour opérer avec la lumière artificielle. Le récepteur se compose d'un réflecteur parabolique, au foyer duquel se trouve un vase de verre contenant du noir de fumée ou quelque autre substance sensible et en communication avec un cornet acoustique. Le rayon de lumière est interrompu en traversant les deux disques perforés et, quand on met cet instrument en action, le récepteur sensible fournit des signaux musicaux comme les points et les traits de l'alphabet Morse, grâce à de légers mouvements que le miroir fait sur son axe.

» On peut aussi remplacer le réflecteur parabolique par un réflecteur conique, comme celui qu'a proposé M. Sylvanus Thompson [1].

» Quant aux corps sensibles qu'il convient d'employer, nos expériences font voir que pour les solides l'état physique et la couleur sont deux conditions, qui ont une influence marquée sur l'intensité des sons obtenus. *Le maximum d'intensité s'obtient avec les corps de consistance lâche, poreuse et spongieuse, et avec ceux qui ont les couleurs les plus foncées ou les plus absorbantes.*

» Les corps qui ont donné les meilleurs résultats jusqu'ici sont la ouate, la laine, les matières fibreuses en général, le liège, l'éponge, le platine et les autres métaux à l'état spongieux, et le noir de fumée.

» Voici comment on peut essayer d'expliquer l'intensité des sons que donnent ces substances. Prenons, par exemple, le noir de fumée, corps qui s'échauffe sous l'action de tous les rayons, quel qu'en soit le degré de réfrangibilité. Je considère une masse de cette substance comme une sorte d'éponge dont les pores sont remplis d'air au lieu d'être pleins d'eau. Lorsqu'un rayon solaire tombe sur cette masse, les molécules de noir de

---

[1] *Phil. Mag.*, avril 1881, vol. XI, p. 286.

fumée s'échauffent, et par conséquent se dilatent, ce qui fait contracter les pores compris entre elles. Cela chasse nécessairement au dehors une certaine quantité d'air, tout comme en pressant une éponge mouillée nous en faisons jaillir l'eau. La force avec laquelle a lieu cette expulsion de l'air doit être notablement accrue par la dilatation de l'air lui-même par suite de son contact avec les molécules échauffées du noir de fumée. Dès que la lumière cesse d'arriver, l'effet contraire se produit : les molécules de noir de fumée se refroidissent et se contractent, laissant ainsi de plus grands espaces entre eux, et l'air qui remplit ces espaces se refroidit aussi. Un vide partiel se produit, dans lequel l'air extérieur se précipite, comme l'eau se précipite dans une éponge que l'on cesse de comprimer avec la main.

» Ainsi se produit dans l'atmosphère une onde de compression toutes les fois qu'un rayon solaire vient tomber sur le noir de fumée et une onde de raréfaction toutes les fois que la lumière est interceptée. *Cela nous permet de comprendre comment il se fait qu'un corps tel que le noir de fumée puisse déterminer dans l'air ambiant des vibrations sonores intenses, quoiqu'en même temps il ne communique qu'une très faible vibration à la masse solide ou au diaphragme sur lequel il repose.*

» M. Preece a, de son côté, reconnu le même fait en Angleterre, et il s'est demandé si, dans les expériences faites sur des diaphragmes minces, le son perçu était dû à la vibration du disque, ou, selon l'idée de M. le professeur Hughes, à la dilatation et à la contraction de l'air contenu dans la cavité derrière le diaphragme. Dans un Mémoire lu à la Société royale le 10 mars, M. Preece décrit plusieurs expériences qui lui semblent prouver que les effets observés sont dus uniquement aux vibrations de l'air enfermé, tandis que *les disques ne vibrent pas du tout.*

» Voici les raisons qui me portent à ne pas adopter cette manière de voir :

» 1° Lorsque l'on concentre un rayon solaire intermittent sur une feuille de caoutchouc durci ou de quelque autre substance, on entend un son musical non seulement en appliquant l'oreille derrière le point sur lequel tombe le rayon, mais encore en la mettant contre une partie quelconque de cette feuille, même à $0^m,20$ ou $0^m,30$ du point sur lequel tombe la lumière.

» 2° Si l'on fait tomber le rayon intermittent sur le diaphragme d'un *transmetteur de Blake,* on entend un son musical intense partir d'un téléphone en communication électrique avec le bouton de carbone. On obtient encore de bons résultats lorsque le bouton de carbone et la pile

font partie du circuit principal d'une bobine d'induction, tandis que le téléphone fait partie du circuit secondaire.

» Pour ces expériences, il faut enlever la caisse de bois et l'embouchure du transmetteur, afin qu'il ne reste de cavités pleines d'air d'aucun côté du diaphragme.

» *Il est donc évident qu'avec les disques minces une vibration du diaphragme est réellement déterminée par l'action du rayon intermittent, indépendamment de la dilatation et de la contraction de l'air enfermé dans la cavité située en arrière du diaphragme.*

» Lord Rayleigh a démontré par le calcul qu'une vibration assez étendue pour produire un son appréciable doit nécessairement résulter de l'action intermittente d'un rayon accompagné de chaleur, et il termine ainsi : « Nous sommes, je crois, en droit de conclure que rien ne s'oppose » jusqu'ici à ce que nous admettions que les sons en question sont dus à » la flexion des plaques inégalement échauffées. » (*Nature*, t. XXIII, p. 274.) Cependant M. Preece prétend prouver que les sons produits ne peuvent s'expliquer par cette hypothèse; mais l'expérience qu'il invoque n'est pas concluante. D'après M. Preece, si l'explication de lord Rayleigh était juste, la dilatation et la contraction d'une bande mince de substance soumise à l'action d'un rayon intermittent pourrait ouvrir et fermer un circuit voltaïque, de manière à déterminer la production d'un son par un téléphone compris dans ce circuit. Mais cette épreuve n'a rien de concluant, car lord Rayleigh a démontré (*Proc. of Roy. Soc.*, 1877) qu'un son appréciable peut être produit par une vibration d'une amplitude *inférieure à un dix-millionième de centimètre*, et assurément une telle vibration n'aurait pas suffi pour mettre en mouvement un interrupteur tel que celui employé par M. Preece. Les résultats négatifs qu'il a obtenus ne peuvent donc pas être regardés comme probants.

» Voici, au contraire, quelques expériences de M. Tainter, qui semblent bien plus favorables à la théorie de lord Rayleigh qu'à celle de M. Preece :

» 1° Une petite bande fixée solidement au centre d'un diaphragme de fer est ensuite tendue perpendiculairement au plan du diaphragme. Lorsqu'on lance le rayon intermittent sur la bande, on peut entendre un son musical distinct en appliquant l'oreille au tube acoustique.

» *Cela semble indiquer un mouvement rapide de dilatation et de contraction de la substance soumise à l'expérience.*

» Mais une vibration du diaphragme se serait également produite si la petite bande avait pris un mouvement d'oscillation, dû soit au choc

direct du rayon, soit à la brusque dilatation de l'air en contact avec la bande.

» 2° Pour voir si les choses s'étaient passées ainsi, une petite bande additionnelle fut attachée par son point central seulement à la première, et fut alors soumise à l'action du rayon intermittent.

» Si la vibration du diaphragme était due à une force venant donner un choc à la bande, alors l'addition de la bande ne pouvait en rien changer le résultat obtenu. Si, au contraire, cette vibration était due à la dilatation et à la contraction de la bande dans le sens de sa longueur, le son devait cesser, ou tout au moins diminuer. Le rayon lumineux qui tombait fut alors rendu intermittent par la rotation rapide d'un disque perforé que l'opérateur laissa revenir peu à peu au repos.

» Aucun son ne put être perçu, sauf au moment où, la rotation n'ayant plus qu'une certaine vitesse, un faible son musical se fit entendre.

» Ce résultat confirme le premier.

» La perception d'un son, à un certain moment de l'expérience, semble indiquer que la petite bande possédait une vitesse normale de vibration propre.

» Lorsque la fréquence des intermittences lumineuses était d'accord avec cette vitesse, la bande additionnelle se mettait probablement à vibrer à la manière d'un diapason, et, dans ce cas, une oscillation devait se transmettre par son point d'appui central à la bande principale.

» Cela prouve indirectement la valeur de cette expérience.

» La liste des corps solides sur lesquels j'ai fait des expériences est trop longue pour que je la donne ici; il me suffit de dire que je n'ai pas encore trouvé un seul corps solide qui n'ait donné de son lorsque l'expérience était faite dans des conditions convenables ([1]).

» *Expériences sur les liquides.* — Les sons produits par les liquides sont bien plus difficiles à constater que ceux rendus par les solides. Le pouvoir absorbant considérable de la plupart des liquides nous porterait à nous attendre à des vibrations intenses lorsque le rayon intermittent vient les frapper; mais le nombre des liquides sonores que nous avons pu trouver jusqu'ici est fort restreint, et les sons qu'ils donnent sont si faibles que,

---

([1]) Dans mon Mémoire de Boston, j'ai cité le carbone et les plaques de verre très minces comme n'émettant aucun son, et, dans la Note présentée à l'Académie, j'y ai joint le chlorate de potasse en poudre (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 595). Toutes ces substances ont depuis donné des sons dans des expériences mieux conduites.

pour les entendre, il a fallu réunir la plus grande attention et les conditions expérimentales les plus favorables. Voici comment je procède. Je remplis une très longue éprouvette du liquide que je veux étudier, et j'en coiffe l'orifice avec un tube de caoutchouc flexible, qui descend assez bas pour empêcher la lumière d'arriver à la couche de vapeur qui se trouve au-dessus du liquide. Je me prémunis également contre toute réflexion par le fond de l'éprouvette. Je concentre ensuite un rayon solaire intermittent sur le milieu de la colonne liquide, en me servant pour cela d'une lentille de grand diamètre.

Résultats.

Eau pure	Pas de son susceptible.
Eau teintée d'encre	Son faible.
Mercure	Pas de son perceptible.
Éther sulfurique*	Son faible, mais distinct.
Ammoniaque	»
Ammonio-sulfate de cuivre	»
Encre ordinaire	»
Indigo dissous dans l'acide sulfurique	»
Chlorure de cuivre*	»

» Les liquides marqués d'un astérisque ont donné les sons les plus intenses.

» Les vibrations sonores s'affaiblissent toujours beaucoup en passant des liquides aux gaz, et il sera peut-être possible de trouver un mode d'expérimentation qui donne de meilleurs résultats en transmettant les vibrations du liquide à l'oreille par l'intermédiaire d'une verge solide.

» *Expériences sur les gaz.* — Le 29 novembre 1880, j'eus le plaisir de montrer à M. le professeur Tyndall, dans le laboratoire de l'Institution royale, les expériences indiquées dans la Lettre à M. Tainter dont j'ai cité plus haut un passage, et M. Tyndall fut d'avis que les sons étaient dus à de brusques changements de température dans le corps soumis à l'action du rayon solaire. Comme je n'avais encore fait aucune expérience sur les propriétés sonores des différents gaz, il me donna l'idée de remplir une éprouvette de vapeur d'éther sulfurique, corps qui absorbe bien la chaleur, et une autre de vapeur de bisulfure de carbone, qui l'absorbe médiocrement, et me prédit en même temps que, s'il se produisait un son, il serait plus énergique avec la première substance qu'avec la seconde. Je fis aussitôt l'expérience et le résultat vint confirmer sa prédiction.

» Depuis la publication des Mémoires de MM. Röntgen (¹) et Tyndall (²), nous avons répété ces expériences, et nous les avons étendues à beaucoup d'autres corps gazeux : dans tous les cas, les résultats obtenus ont été semblables à ceux qu'indiquent les Mémoires en question.

» Les vapeurs des substances suivantes ont donné des sons intenses sous l'action du rayon intermittent : vapeur d'eau, gaz d'éclairage, éther sulfurique, alcool, ammoniaque, amylène, bromure d'éthyle, diéthylamine, mercure, iode, peroxyde d'azote. Ce sont ces deux derniers corps qui ont donné les sons les plus intenses.

» J'ai donc montré qu'on obtient des sons par l'action directe d'un rayon solaire intermittent sur des corps à tous les états physiques (solides, liquides et gaz), de sorte que la sonorité dans ces conditions semble être une propriété générale de la matière.

» *Des corps qui peuvent remplacer le sélénium dans les récepteurs électriques.* — A l'époque où j'ai communiqué mon Mémoire à l'Association américaine, les effets les plus intenses s'obtenaient avec du sélénium formant un élément construit dans de certaines conditions et mis en communication électrique avec un téléphone. Lorsqu'on faisait tomber sur le sélénium un rayon solaire intermittent, le téléphone rendait un son musical d'une grande intensité.

» Mais le sélénium était très irrégulier dans son action. Il était fort rare que deux morceaux de sélénium, même pris au même bâton de cette substance, donnassent les mêmes résultats dans des conditions de préparation identiques. Lors de mon séjour en Europe, l'automne dernier, M. le Dr Chichester Bell, de l'*University College* de Londres, me donna l'idée que cette irrégularité dans les résultats était peut-être due à des impuretés chimiques dans le sélénium. Depuis lors, M. le Dr Bell a visité mon laboratoire à Washington et a analysé les divers échantillons de sélénium que j'ai réunis, et qui viennent de différents pays. Comme je sais qu'il compte publier bientôt les résultats de cette analyse, je me contenterai de dire que dans ce sélénium il a trouvé du soufre, du fer, du plomb et de l'arsenic, avec des traces de matières organiques; que l'analyse quantitative a prouvé que le soufre seul entre pour environ $\frac{1}{100}$ dans la masse totale; enfin que, débarrassé de ces impuretés, le sélénium semble plus constant dans son action et plus sensible à la lumière.

(¹) *Ann. der Phys. und Chem.*, 1881, n° 1, p. 155.

(²) *Proc. Roy. Soc.*, vol. XXXI, p. 307.

» M. le professeur W.-G. Adams (¹) a fait voir que pour le tellure, comme pour le sélénium, la résistance électrique est modifiée par l'action de la lumière; nous avons donc cherché à employer cette substance au lieu du sélénium. Pour cela nous avons, au commencement de 1880, construit un nouvel élément, mais sans réussir à obtenir, avec un galvanomètre réflecteur, aucun signe de sensibilité. Depuis, cependant, nous avons constaté que, si l'on met cette spirale de tellure en communication avec une pile et un téléphone, et qu'on la soumette à l'action d'un rayon solaire intermittent, le téléphone donne un son musical bien net. L'intensité du son augmente si l'on introduit l'élément de tellure et la pile dans le circuit inducteur d'une bobine, et le téléphone dans le circuit du courant induit.

» L'énorme résistance du sélénium et la faible résistance du tellure nous ont fait penser qu'un mélange de ces deux corps présenterait peut-être des propriétés électriques particulières. Nous avons donc mélangé du sélénium et du tellure en diverses proportions, et, quoique nous ne soyons pas encore en droit d'affirmer rien de positif sur les résultats donnés, je puis dire tout au moins que ces mélanges sont sensibles à l'action de la lumière.

» Avant mon retour à Washington au mois de janvier dernier, M. Tainter avait eu l'idée que le grand trouble moléculaire produit dans le noir de fumée par l'action d'un rayon solaire intermittent devait déterminer un trouble égal dans un courant électrique qui le traverserait, de sorte que le noir de fumée pourrait peut-être remplacer le sélénium dans un récepteur électrique. Cette conjecture s'est vérifiée, et l'importance de cette découverte est énorme, surtout si l'on considère le prix élevé de substances aussi rares que le sont le sélénium et le tellure.

» Voici la forme d'élément de noir de fumée qui nous a semblé la meilleure. On dépose une couche d'argent sur une lame de verre, et on trace sur cette couche mince une ligne en zigzag qui partage la surface métallique en deux parties séparées, présentant la forme de deux peignes dont les dents seraient entrelacées.

» Chacune de ces parties est munie d'une armature qui permet de la rattacher à volonté à un circuit voltaïque. On étend alors sur toute la surface une bonne couche de noir de fumée, qui remplit les interstices entre les dents des deux peignes d'argent. Lorsque cet élément de noir de fumée est mis en communication avec un téléphone et une pile, et qu'on le sou-

(¹) *Proc. Roy. Soc.*, vol. XXIV, p. 163.

met à l'action d'un rayon solaire intermittent, le téléphone rend un son musical intense. Ce résultat semble dû plutôt à l'état physique qu'à la nature de la substance conductrice dont on se sert, car les métaux à l'état spongieux donnent des effets semblables. Ainsi, lorsqu'un courant électrique traverse de l'éponge de platine exposée à un rayon solaire intermittent, un téléphone placé dans le même circuit donne un son musical distinct. Dans tous ces cas, en ajoutant au circuit une bobine d'induction, on accroît l'intensité du son; de plus, les éléments sensibles peuvent servir à reproduire la parole articulée aussi bien qu'à donner des notes musicales.

» Le noir de fumée donne encore des sons intenses lorsqu'il est soumis à l'action d'un courant électrique intermittent; il peut servir de récepteur téléphonique pour la reproduction de la parole par l'électricité.

» Voici encore une disposition commode de l'élément de noir de fumée. Lorsqu'on fait passer un courant intermittent à travers le noir de fumée, ou que l'on concentre sur cet élément un rayon solaire intermittent à travers la plaque de verre, on peut entendre un son intense en appliquant l'oreille contre le tube acoustique. Si l'on fait agir simultanément la lumière et le courant électrique, on entend deux notes musicales, qui produisent des battements lorsqu'elles ont à peu près la même hauteur. On pourrait sans doute, avec une disposition convenable, produire une interférence de sons complète.

» *De la mesure des effets sonores produits par différentes substances.* — Nous avons observé que les substances différentes donnent des sons d'intensités très différentes, quoique les conditions expérimentales soient sensiblement les mêmes, et il nous a semblé qu'il y aurait avantage à mesurer les sons produits. Pour y arriver, nous avons construit plusieurs appareils destinés à l'étude des effets sonores; mais, comme nos recherches ne sont pas encore complètes, je me bornerai à décrire ici quelques-uns des appareils que nous avons imaginés.

» Lorsqu'un rayon de lumière est concentré par une lentille, il est toujours possible de calculer l'affaiblissement qu'il subit à partir du foyer lorsque la distance s'accroît. Par conséquent, si nous pouvons trouver à quelles distances du foyer deux corps différents donnent des sons également intenses, nous pourrons calculer leurs pouvoirs sonores relatifs.

» Pendant mon séjour en Europe, M. Tainter a fait des expériences préliminaires pour trouver à quelle distance du point focal d'une lentille le son produit par une substance cesse d'être entendu. Quelques-uns des ré-

sultats auxquels il est arrivé peuvent donner une idée des différences énormes qui existent à cet égard entre les différents corps.

Distance du point focal d'une lentille à laquelle les sons émis par différents corps cessent d'être entendus.

	m
Diaphragme de zinc (poli)	1,51
» d'ébonite	1,90
» de feuille d'étain	2,00
» de téléphone (fer vernissé)	2,15
» de zinc	2,15
Soie blanche	3,10
Laine blanche	4,01
Laine jaune	4,06
Soie jaune	4,13
Ouate blanche	4,38
Soie verte	4,52
Laine bleue	4,69
Soie pourpre	4,82
Soie brune	5,02
Soie noire	5,21
Soie rouge	5,24
Laine noire	6,50
Noir de fumée. Dans le récipient, la limite de perceptibilité n'a pu être déterminée faute d'espace. Le son est tout à fait perceptible à la distance de	10,00

» Convaincu, d'après ces expériences, que ces recherches devaient donner des résultats précieux, M. Tainter a imaginé un appareil pour étudier les intensités relatives des sons. Voici en quoi il consiste :

» 1. Un rayon lumineux est reçu par deux lentilles pareilles qui concentrent la lumière de chaque côté du disque interrupteur. Les deux corps dont on veut comparer les pouvoirs sonores sont mis dans les récipients et disposés de manière à exposer à l'action du rayon des surfaces égales; ces récipients communiquent par des tubes flexibles, de même longueur, avec le tube acoustique commun. Les récipients sont posés sur de petits chariots que l'on peut faire glisser le long de règles graduées. Les rayons lumineux qui traversent le disque interrupteur sont arrêtés tour à tour par les oscillations d'un pendule. De cette façon, les corps donnent alternativement un son musical. On maintient un des récipients au même point sur sa règle, tandis qu'on rapproche ou qu'on éloigne l'autre du foyer de son rayon jusqu'à ce que l'oreille juge que les sons donnés par les deux corps ont la

même intensité. On note alors les positions respectives des deux récipients.

» 2. Une autre méthode est fondée sur la production d'une interférence des sons. L'interrupteur est un diapason qui vibre d'une manière continue sous l'influence d'un électro-aimant.

» On concentre entre les deux branches du diapason un rayon de lumière puissant, dont le passage est plus ou moins arrêté par la vibration de deux écrans opaques adaptés aux branches du diapason.

» Un système de lentilles est disposé de manière à amener le rayon lumineux à la lentille réceptrice avec aussi peu de perte que possible. Les deux récipients sont adaptés à des coulisses, dont le mouvement se fait de part et d'autre de l'axe du rayon, et les récipients sont munis de tubes flexibles de longueurs inégales, lesquels aboutissent au tube acoustique commun.

» La longueur du tube est telle, que les vibrations sonores parties des récipients arrivent au tube acoustique dans les phases opposées de leur mouvement. Dans ces conditions, il se produit un silence lorsque les vibrations dans les récipients ont des intensités égales. Avec des intensités inégales, il reste un son affaibli. L'un des récipients reste immobile, et l'on fait glisser l'autre en l'éloignant ou en le rapprochant du foyer du rayon jusqu'à ce qu'on obtienne le silence complet. On note alors les positions relatives des deux récipients.

» 3. Une autre méthode consiste à comparer l'intensité d'une note produite par l'action de la lumière avec l'intensité d'une note de même hauteur produite par l'action de l'électricité. Un rhéostat mis dans le circuit nous permet de mesurer la résistance nécessaire pour rendre l'intensité du son électrique égale à celle de l'autre son.

» 4. Si l'on fait vibrer un diapason en faisant passer un courant ondulatoire au lieu d'un courant intermittent par l'électro-aimant, il est probable qu'un son musical produit électriquement dans le récepteur par l'action du même courant pourrait annuler l'effet produit dans le récepteur par l'action du rayon lumineux ondulatoire, et dans ce cas on devrait pouvoir établir un équilibre acoustique entre les effets de la lumière et ceux de l'électricité, en introduisant dans le circuit électrique une résistance suffisante.

» *Nature des rayons qui déterminent des sons dans les différents corps.* — Dans le Mémoire que j'ai lu à l'Association américaine en août dernier et dans celui-ci, j'ai donné au mot *lumière* son sens ordinaire plutôt que le sens scientifique, et je n'ai pas cherché jusqu'ici à distinguer les effets produits par les différents élements de la lumière ordinaire (rayons ther-

miques, lumineux et actiniques). Mais l'adoption du mot *photophone* par M. Tainter et par moi a pu faire croire que nous attribuions les phénomènes acoustiques découverts par nous uniquement à l'action des rayons lumineux. Le sens que nous avons toujours attaché aux mots *photophone* et *lumière* ressort clairement du passage suivant de mon Mémoire de Boston :

« Bien que ces effets soient produits, comme nous venons de le faire voir, par des formes invisibles de la force de rayonnement, nous avons donné le nom de *photophone* à l'appareil qui produit et reproduit ainsi le son, *parce qu'un rayon de lumière ordinaire contient les rayons qui agissent dans ce cas.* »

» Pour éviter à l'avenir tout malentendu sur ce point, nous sommes convenus d'adopter le mot *radiophone*, que M. Mercadier a proposé, comme terme général appliqué à tout appareil servant à la production du son par une forme quelconque de la force de rayonnement, et de restreindre les mots *thermophone*, *photophone* et *actinophone* aux appareils pour la production du son par les rayons thermiques, lumineux et actiniques.

» Dans ses recherches sur la radiophonie, M. Mercadier a fait passer à travers un prisme un rayon intermittent fourni par une lampe électrique et a ensuite étudié les sons produits par les différentes parties du spectre (*Comptes rendus*, 6 décembre 1880).

» Nous avons répété cette expérience en prenant le Soleil comme source lumineuse, et nous sommes arrivés à des résultats un peu différents de ceux qu'indique M. Mercadier.

» 1. Nous avons fait passer à travers une lentille achromatique un rayon solaire réfléchi par un héliostat, de manière à former une image du Soleil sur la fente.

» Le rayon a ensuite traversé une seconde lentille achromatique, puis un prisme de bisulfure de carbone, donnant un spectre intense qui, concentré sur un écran, s'est trouvé assez pur pour laisser voir les principales raies d'absorption du spectre solaire.

» Nous avons alors imprimé au disque interrupteur une vitesse donnant de cinq à six cents intermittences lumineuses par seconde, et nous avons exploré le spectre avec le récipient, disposé de manière à limiter par une fente la partie du noir de fumée exposée à l'action de la lumière.

» Dans ces conditions, toutes les parties du spectre visible, sauf la moitié extrême du violet et l'ultra-rouge, nous ont donné des sons. Le passage graduel du récipient du violet à l'ultra-rouge a déterminé un accroisse-

ment continu de l'intensité du son, dont le maximum est situé fort loin dans l'ultra-rouge. Au delà de ce point le son diminue d'abord, puis cesse très brusquement.

» 2. Nous enlevons alors la toile métallique couverte de noir de fumée, et nous remplissons le récipient de laine rouge. L'exploration du spectre donne cette fois des résultats bien différents des premiers. Le maximum d'intensité du son se produit dans le vert, à l'endroit où la laine rouge semble noire. Des deux côtés de ce point le son s'éteint peu à peu; il s'annule d'un côté au milieu de l'indigo et de l'autre un peu en dehors de la limite du rouge.

» 3. La substitution de la soie verte à la laine rouge porte les limites de la perceptibilité du son d'une part au milieu du bleu, et de l'autre à un point situé au commencement de l'ultra-rouge. Le maximum d'intensité est dans le rouge.

» 4. Nous mettons dans le récipient des copeaux d'ébonite. Les limites de la perceptibilité semblent être d'une part à la jonction du vert et du bleu, et de l'autre au bord extérieur du rouge. Le maximum se trouve dans le jaune. M. Tainter croit entendre le son jusqu'à une faible distance dans l'ultra-rouge, et pour son oreille le maximum d'intensité se trouve vers la jonction du rouge et de l'orangé.

» 5. Nous substituons au récipient une éprouvette pleine de vapeur d'éther sulfurique, que nous portons lentement le long du spectre en partant du violet, et nous arrivons jusque dans l'ultra-rouge sans percevoir de son; puis, assez loin dans cette région, une note musicale distincte se fait brusquement entendre, pour disparaître d'une manière aussi brusque un peu plus loin.

» 6. L'exploration du spectre avec une éprouvette pleine de vapeur d'iode nous donne pour limites de perceptibilité, d'une part le milieu du rouge, et de l'autre la jonction du bleu et de l'indigo. Maximum dans le vert.

» 7. Nous remplaçons l'éprouvette de vapeur d'iode par une autre pleine de peroxyde d'azote. Toutes les parties du spectre visible nous fournissent des sons distincts; dans l'ultra-rouge, le silence est complet.

» Le maximum d'intensité me semble être dans le bleu. Toutes les parties du violet donnent des sons bien marqués, et il me semble même que la perceptibilité existe encore un peu dans l'ultra-violet, mais je n'ose l'affirmer d'une manière positive. L'examen du spectre d'absorption du peroxyde d'azote nous permet de constater que le maximum d'intensité se trouve

dans la partie du spectre qui présente le plus grand nombre de raies d'absorption.

» 8. Nous explorons le spectre avec un élément de sélénium, et nous observons les sons au moyen d'un téléphone qui fait partie du même circuit voltaïque que le sélénium. Le maximum d'intensité se produit dans le rouge. Les effets perceptibles s'étendent jusqu'à une faible distance dans l'ultra-rouge d'une part, et de l'autre jusqu'au milieu du violet.

» Bien que ces expériences ne puissent être considérées que comme le prélude d'autres plus délicates, elles nous donnent, ce me semble, le droit de dire que *la nature des rayons qui déterminent des sons par leur action sur les différents corps dépend de la nature de ces corps* et que *les sons sont toujours dus aux rayons du spectre que chaque corps absorbe.*

» Nos expériences sur les limites de perceptibilité des sons que donnent les différents corps soumis à l'action du spectre nous ont conduits à construire un nouvel instrument d'analyse spectrale qui a été présenté il y a quelques jours à la Société de Physique de Washington ([1]). On enlève l'oculaire d'un spectroscope, et l'on met des substances sensibles au foyer de l'instrument, derrière un diaphragme opaque dans lequel est pratiquée une fente. Ces substances sont mises en communication avec l'oreille au moyen d'un tube acoustique, de sorte que l'instrument se trouve transformé en un véritable spectrophone.

» Couvrons de noir de fumée l'intérieur de notre récipient spectrophonique, et remplissons-en la cavité de peroxyde d'azote. Nous avons là une combinaison qui nous donne des sons très satisfaisants dans toutes les parties du spectre, visibles et invisibles, sauf l'ultra-violet. Faisons alors passer un rayon de lumière à intermittences rapides à travers une substance dont nous voulons étudier le spectre d'absorption, et l'exploration de ce spectre nous fera observer des bandes de son et d'autres bandes de silence, ces dernières correspondant aux bandes d'absorption. Sans doute, l'oreille ne peut un seul instant lutter avec l'œil pour l'examen de la partie visible du spectre; mais, dans la partie invisible au delà du rouge, où l'œil est inutile, l'oreille devient un auxiliaire précieux. Pour l'étude de cette région du spectre on peut ne mettre dans le récipient spectrophonique que du noir de fumée. Les sons que donne cette substance dans l'ultra-rouge sont même si distincts que notre instrument peut ici remplacer sans inconvénient la pile thermo-électrique. Voici quelques-unes des expériences qu'il nous a permis de faire.

([1]) *Proc. of Phil. Soc. of Washington,* 16 avril 1881.

» 1. Le rayon intermittent traverse une dissolution saturée d'alun. Les limites de la perceptibilité dans l'ultra-rouge sont un peu réduites par l'absorption d'une bande étroite des rayons les moins réfrangibles. Les sons de la partie visible du spectre ne paraissent pas modifiés.

» 2. Nous interposons sur le trajet du rayon une feuille d'ébonite mince. Cela nous donne des sons bien marqués dans toutes les parties de l'ultra-rouge, tandis qu'il n'y a plus de sons dans la partie visible du spectre, sauf la moitié extrême du rouge.

» Cela explique le fait cité dans mon Mémoire de l'Association américaine, de la persistance des sons donnés par le sélénium après que le rayon lumineux a traversé à la fois une feuille d'ébonite et une dissolution d'alun.

» 3. Nous essayons une dissolution d'ammoniosulfate de cuivre. Lorsqu'elle est placée sur le trajet du rayon, le spectre disparaît, sauf l'extrémité bleue et violette, de sorte qu'à l'œil il semble réduit à une large bande de lumière bleu violet. Mais, à l'oreille, il se manifeste sous la forme de deux bandes sonores séparées par une large région de silence. Les rayons invisibles transmis forment une bande étroite juste en dehors du rouge.

» J'en ai dit assez, je crois, pour convaincre mes auditeurs de la valeur de cette nouvelle méthode d'examen ; mais nous sommes loin de considérer les résultats auxquels nous sommes arrivés comme complets. Sans doute le spectrophone sera toujours un simple auxiliaire du spectroscope, mais il pourra rendre bien des services pour l'étude des spectres d'absorption dans l'ultra-rouge. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie : thermophone reproduisant la voix.* Note de M. E. MERCADIER.

« Dans les quatre premières Notes sur la radiophonie que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, et qui ont été insérées aux *Comptes rendus* (t. XCI, p. 929 et 982, 6 et 13 décembre 1880, et t. XCII, p. 409 et 450, 21 et 28 février 1881), j'ai montré successivement : 1° que les effets sonores obtenus par M. G. Bell, en exposant à l'action d'une radiation intermittente un corps diathermane renfermant une masse gazeuse étaient dus aux vibrations du gaz et non de son enveloppe; 2° que l'intensité de ces effets était considérablement augmentée quand le gaz était au contact d'une paroi recouverte d'une substance absorbant énergiquement la chaleur rayonnante, telle que le noir de fumée; 3° qu'ils étaient dus principalement à l'action des rayons qui, dans une radiation complexe, possèdent au plus

haut degré les propriétés *thermiques*, c'est-à-dire les rayons rouges et infra-rouges; 4° que le mécanisme de cette transformation d'énergie thermique en énergie sonore était le même que celui qui produit les vibrations des gaz dans les tuyaux sonores; que, par suite, un récepteur radiophonique formé d'un tube de verre renfermant un gaz au contact d'une lame mince de mica enfumé, par exemple, et exposé à l'action de radiations périodiquement intermittentes, constituait un véritable tuyau *thermosonore*, ou, si l'on veut, un *thermophone*.

» J'avais obtenu à l'aide de cet appareil très simple, et avec une intensité très grande quand on emploie des sources radiantes énergiques, la reproduction d'une échelle *continue* de sons musicaux depuis les plus graves jusqu'à des sons correspondant à plus de 2000 vibrations complètes par seconde, puis, d'une manière continue également, la succession d'accords parfaits dont le son fondamental parcourait cette longue échelle.

» Il était naturel de penser qu'il serait possible d'aller plus loin, en reproduisant des sons accompagnés de leurs harmoniques constituant une mélodie sans paroles, et peut-être même les effets des ondes complexes qui constituent la parole articulée.

» Après avoir été détourné de cette recherche par l'étude des effets particuliers des radiations sur le sélénium, j'y suis revenu il y a quelques jours à peine, et je suis parvenu à obtenir le résultat indiqué.

» A cet effet, il m'a suffi de produire, à l'aide d'un héliostat, un faisceau de rayons solaires de direction constante, et de le recevoir, ainsi qu'on le fait dans le photophone à sélénium de M. Bell, sur une plaque de verre mince argentée, enchâssée dans une monture en forme de cornet acoustique, dans laquelle on peut parler. Mais, pour protéger l'argenture de la plaque, pour l'empêcher d'éclater, pour régulariser les mouvements produits par la voix, j'ai constitué une sorte de réservoir d'air entre la plaque et une lame élastique mince, en mica par exemple ou en caoutchouc, sur laquelle on parle directement.

» Le faisceau réfléchi est recueilli, autant que possible, par une lentille ou un miroir concave, et concentré dans un très petit espace. On place en ce point l'extrémité de l'un des petits tubes en verre, à lame de mica enfumé, dont il vient d'être question, et qui communique avec l'oreille par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc et d'un cornet acoustique; on le fixe, ainsi placé, à un support quelconque.

» Si alors on parle en articulant nettement derrière le miroir mince *transmetteur*, on entend distinctement la parole dans le tube *récepteur*.

» En plaçant la personne qui parle à environ 20^m de distance, et en faisant traverser au rayon solaire les deux portes vitrées d'une chambre précédant celle où l'on écoute, de façon à ne pas entendre directement la voix, j'ai pu faire continuellement avec succès cette expérience tous ces jours derniers, en employant une lentille de concentration de $0^m,16$ de diamètre.

» L'expérience est d'ailleurs délicate; mais le résultat en est certain. A l'aide de quelques modifications étudiées en ce moment, et en employant des moyens de concentration plus puissants, je crois pouvoir assurer qu'il me sera possible de la réaliser prochainement (d'après quelques essais déjà faits) avec la lumière électrique, et peut-être même avec des sources radiantes moins intenses.

» Quoi qu'il en soit, un véritable *thermophone* articulant très simple se trouve ainsi dès à présent constitué, et je dois ajouter que le timbre de la voix y est reproduit avec une grande perfection et sans altération sensible, résultat certainement dû à ce que le corps mis en vibration est une masse gazeuse. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie : thermophone reproduisant la voix.* Note [1] de M. E. MERCADIER.

« Dans une première Note sur ce sujet, présentée à l'Académie le 9 mai, j'annonçais que je croyais arriver, en modifiant mes appareils, à reproduire la parole à l'aide de sources moins intenses que la radiation solaire.

» J'y suis parvenu le 10 mai, à l'aide des moyens suivants :

» 1° Il est inutile de parler directement sur la lame mince du transmetteur; il suffit de le mettre en communication avec un tube acoustique en caoutchouc, qui peut avoir jusqu'à 10^m de longueur, et à l'extrémité duquel on parle : le transmetteur vibre alors suffisamment. La personne qui parle peut donc se renfermer dans une chambre, à une distance telle du transmetteur qu'on ne puisse entendre directement sa voix.

» 2° On place la source radiante à $0^m,1$ ou $0^m,2$ du transmetteur, de façon à recueillir toute la radiation. On peut alors, à cause de l'éloignement de la personne qui parle, rapprocher la lentille, qui concentre le faisceau réfléchi à $1^m,50$ du transmetteur. On fait traverser au faisceau réfléchi ou

---

[1] Cette Note est la reproduction de deux autres déposées les 10 et 12 mai au Secrétariat de l'Académie.

réfracté une glace sans tain, qui ferme la porte de la chambre où l'on place le tube récepteur à mica enfumé qui constitue le thermophone au foyer d'une seconde lentille de courte distance focale. On écoute en mettant contre l'oreille un cornet acoustique relié au thermophone par un tube en caoutchouc.

» *On reproduit ainsi avec la plus grande netteté le chant, et nettement aussi, mais avec l'articulation assez vague, la parole.*

» *Actuellement j'ai pu obtenir ce résultat facilement avec la lumière électrique, moins facilement avec la lumière oxyhydrique;* mais j'ai tout lieu de croire que je l'obtiendrai sous peu avec des sources encore moins intenses, ce qui me paraît indispensable pour pouvoir faire une étude suivie du phénomène.

» En me servant des radiations solaires telles qu'on a pu les avoir à Paris du 2 au 12 mai, j'ai constaté que plus elles étaient chaudes au foyer de la lentille de concentration, plus le thermophone résonnait. Le 9 mai notamment, de 9^h à 10^h du matin, l'expérience donna un résultat extrêmement intense : j'entendis la parole nettement sans avoir besoin d'appliquer fortement contre l'oreille le cornet acoustique du thermophone.

» En interposant une dissolution concentrée d'alun de $0^m,02$ d'épaisseur sur le trajet du faisceau vibrant, les effets ne sont pas tout à fait annulés, mais leur intensité est réduite dans un rapport considérable.

» En interposant une lame d'ébonite de $0^{mm},25$ d'épaisseur, que je dois à l'obligeance de M. W. Preece, une belle radiation rouge orangé passe à travers la plaque; les effets sonores sont affaiblis, mais ils restent très nets. Je les ai entendus encore à travers une lame d'ébonite de $0^m,001$ d'épaisseur avec la lumière électrique, et alors il ne passe plus de lumière sensible.

» En interposant sur le trajet de la lumière électrique des lames de clinquant de zinc, cuivre, aluminium, etc., de $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, qui m'avaient servi à former mes premiers récepteurs radiophoniques en décembre 1880, et en les tenant simplement à la main devant le thermophone, les effets sont très affaiblis, mais ils persistent néanmoins. Ce fait est très important pour l'explication des effets produits par les radiations intermittentes sur les corps solides opaques, explication actuellement controversée : je me propose de l'étudier avec le plus grand soin. »

PHYSIQUE. — *Modification de l'interrupteur de Neef pour la bobine de Ruhmkorff.* Note de M. E. DUCRETET.

« Dans la modification que j'ai réalisée, le ressort vibrant est rendu fixe; pour cela, cette lame vibrante est allongée et ses deux extrémités sont fixées par deux équerres ou colonnes; au milieu de la longueur de cette lame se trouve la petite masse de fer doux qui sera attirée par le faisceau de fils de fer de la bobine. La vis qui fixe la petite masse de fer doux est platinée, et en regard se trouve la tige filetée qui sert à produire les interruptions du courant dans le circuit inducteur de la bobine. Un ressort antagoniste à réglage variable donne la tension convenable.

» L'interrupteur de Neef ainsi disposé donne des vibrations très rapides et, par conséquent, un nombre considérable d'interruptions du courant dans un temps très court. L'étincelle est modifiée, elle devient continue, plus puissante et plus chaude. Cette disposition nouvelle peut s'appliquer à toutes les bobines de Ruhmkorff ayant un interrupteur de Neef.

» L'interrupteur rapide de la sirène Froment peut aussi être employé; son ressort antagoniste est également à réglage variable. Toutefois, l'interrupteur de Neef modifié est préférable.

» La bobine que j'ai l'honneur de présenter a été disposée spécialement pour la démonstration, sur les conseils de M. d'Almeida. Le condensateur de M. Fizeau est mobile, ce qui permet de mettre son action en évidence. Le faisceau de fils de fer et le fil inducteur sont également mobiles. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire de la codéine artificielle.* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Wurtz.

« La détermination du pouvoir rotatoire de la codéine, préparée par la morphine sodée et l'iodure de méthyle, a été faite comparativement avec celle du pouvoir rotatoire de la codéine extraite de l'opium.

» Une solution alcoolique de codéine artificielle à $\frac{1}{77}$ a accusé, sous une longueur de $0^m,22$, une déviation à gauche de $3°,700$, ce qui conduit au pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = -130°,34$. Dans les mêmes conditions, la codéine naturelle dévie à gauche de $3°,783$, ce qui donne

$$(\alpha)_D = -133°,18.$$

» La faible quantité de matière sur laquelle on a opéré n'a pas permis

d'atteindre un degré de précision plus grand; néanmoins, ces chiffres sont suffisants pour constater une fois de plus l'identité des deux codéines, déjà démontrée par l'examen de la forme cristalline et des propriétés chimiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la proportion d'acide carbonique contenu dans l'air.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Aubin**, présentée par M. Hervé Mangon.

« En appliquant la méthode que nous avons précédemment décrite ([1]) au dosage de l'acide carbonique de l'air, nous avons obtenu une série de résultats que nous résumons dans cette Note.

» Nous avons, pour nos études, établi deux stations, l'une à Paris, au Conservatoire des Arts et Métiers, à 6^{m} au-dessus du sol et dans un endroit placé à l'abri de l'influence directe des cheminées voisines; l'autre à proximité de la ferme de l'Institut agronomique, dans la plaine découverte qui s'étend vers le plateau de Gravelle.

» Dans cette dernière station, éloignée de tout foyer intense de production d'acide carbonique, la prise d'air se fait à 4^{m} au-dessus du sol; on est donc là dans les conditions de l'atmosphère normale des campagnes cultivées.

» L'atmosphère d'une grande ville, comme Paris, est évidemment exceptionnelle; elle est viciée incessamment par la respiration des êtres vivants et par la combustion des produits de l'industrie humaine. On doit donc s'attendre à y trouver une proportion d'acide carbonique supérieure à celle qui existe normalement dans l'air.

» A la station de Paris, nous avons fait un grand nombre de dosages depuis le commencement du mois de décembre dernier jusqu'à ce jour.

» Les différences observées dans la proportion d'acide carbonique sont notables; elles ont varié depuis $2^{vol},88$ (minimum) jusqu'à $4^{vol},22$ (maximum) pour 10000^{vol} d'air. En discutant les résultats, nous trouvons que les maxima correspondent toujours avec un temps couvert et calme, où l'air n'est pas soumis à un brassage énergique, et où l'influence locale prédomine. Les minima, au contraire, coïncident avec un air pur et agité; dans ce dernier cas, on retrouve sensiblement les mêmes chiffres que dans l'air de la campagne.

» Les quantités d'acide carbonique dosées pendant les temps couverts

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 247.

sont comprises entre 3,22 et 4,22 pour 10000, tandis que pendant les temps clairs elles sont comprises entre 2,89 et 3,1. Ces chiffres ne s'éloignent pas sensiblement de ceux que M. Boussingault avait trouvés. Les plus fortes quantités s'observent lorsque la neige tombe abondamment ou pendant les brouillards épais, les mouvements de l'air étant entravés dans ces circonstances.

» Quant aux résultats obtenus jusqu'à ce jour à la station des champs, ils confirment ceux que M. Reiset a trouvés dans ses importants travaux sur cette question. Les quantités, pendant le jour, sont comprises entre $2^{vol},70$ et $2^{vol},99$ pour 10000^{vol} d'air, et la moyenne est de 2,85. Pendant la nuit, il y a une augmentation et la moyenne se rapproche de 3,00.

» La disposition de nos appareils permettant d'opérer la prise d'air en un temps très court, on peut suivre les variations qui se produisent dans un même jour; on observe ainsi que, lorsque le temps s'assombrit, l'acide carbonique augmente graduellement. Exemple :

Acide carbonique dans 10 000 *parties d'air.*

1er avril, 9^h du matin, ciel clair, air agité	2,73
» 1^h30^m, ciel couvert	2,90
» 4^h du soir, ciel très couvert, commencement de pluie	2,99

» Les proportions d'acide carbonique contenues dans l'air normal ne varient donc qu'entre des limites peu éloignées, et nous avons obtenu, dans les environs de Paris et quelle que fût la direction du vent, des chiffres très voisins de ceux que M. Reiset a trouvés sur le bord de la mer, près de Dieppe. Notre écart maximum a été de trois cent-millièmes, comme celui de M. Reiset.

» Les variations, beaucoup plus considérables, signalées récemment par d'autres observateurs, ne concordent donc nullement avec nos expériences. Cette constance de la proportion d'acide carbonique contenu dans l'air, pris à peu de distance du sol, fait penser que ce gaz se diffuse avec une grande rapidité et qu'il doit être répandu uniformément dans l'atmosphère.

» Nous avons préparé le matériel nécessaire pour résoudre ce problème, dans le courant de cet été, par le dosage de l'acide carbonique dans l'air des hautes régions de l'atmosphère. »

THERMOCHIMIE. — *Etude préliminaire de réactions, sans l'intervention d'un dissolvant.* Note de M. LORIN.

» 1. Dans une Note précédente (19 mai 1879), j'ai indiqué les résultats d'une étude de l'action des acides sur les sels, sans l'intervention d'un dissolvant. Ces résultats ont été généralisés par des expériences nouvelles et complémentaires, et rien n'est à modifier sur le temps des réactions, sur l'effet thermique spontané ou lent, très lent même, et tellement qu'il n'est plus perceptible que par les corps obtenus, indice d'une combinaison certaine. Quel que soit l'acide, absolu ou non, que les sels soient hydratés, le dégagement de chaleur, très notable dans un grand nombre de cas, signale en général leur réaction et aussi l'existence de bisels ou de sels diacides.

» 2. De l'ensemble d'expériences nombreuses et variées se dégage ce fait que l'acide formique déplace, plus ou moins, tous les acides. Sa puissance à la combinaison est intermédiaire entre celle des acides organiques et celle des acides inorganiques les plus actifs. Il a fallu noter que, dans les cas où l'action physique domine, l'acide formique a quelquefois donné l'abaissement maximum de température : avec le phosphate de soude ordinaire, pendant qu'avec les acides nitriques $d = -15$, $d = -30$, et avec les acides acétiques $d = -29$, $d = -26$, pour les acides formiques $d = -40$, $d = -36$.

» 3. La persistance d'action de l'acide sulfurique est remarquable avec le sulfate de soude ordinaire. Si l'acide est absolu, $d = -6$. Le maximum d'abaissement de température, $d = -28$, s'obtient avec l'acide à 4HO; l'abaissement atteint encore $d = -7$ avec l'acide à 50HO, pendant que la même quantité d'eau contenue dans cet acide abaisse seulement de quelques degrés la température. L'acide nitrique à 4HO donne, avec le sulfate de soude, la différence la plus grande, $d = -35$.

» 4. On a obtenu le même abaissement, $d = -35$, avec le formiate d'ammoniaque cristallisé et le sulfate de soude. Également en proportions équivalentes, ce même sel et d'autres hydratés ont donné des abaissements qui s'approchent de ce nombre.

» 5. L'expérience confirme que l'action des acides sur les bases libres est variable avec la nature des bases, et pour une même base avec son degré de dilution. Il est utile de mettre en évidence les différences dues à cette dernière cause : le même poids de potasse dissous dans 5 ou dans 20

d'eau a donné pour les acides formiques $d = 80$, $d = 67$, $d = 26$, $d = 24$; pour les acides acétiques $d = 71$, $d = 61$, $d = 24,5$, $d = 23,5$, etc. Ainsi, quand on fait agir les acides absolus, même les plus actifs, sur l'une des bases les plus puissantes, en dissolution un peu étendue, les effets thermiques sont atténués au point que les dégagements de chaleur deviennent difficilement appréciables. Cette remarque s'étend aux sels et justifie, dans ce genre d'expériences, l'emploi de corps non dissous.

» 6. L'action des acides sur les sels suit, en général, celle de ces mêmes acides sur les bases de ces sels. Si l'activité d'un acide à la combinaison avec une base est notable, le dégagement de chaleur de cet acide avec un sel de cette base est notable. *A priori*, la nature de la base est prépondérante. La proportion de la base donne lieu à la même remarque pour les sels mono, bi et tribasiques d'un même acide, et également pour les sels acides et les sels neutres d'une même base.

» 7. Agissant sur les sels d'une même base, un même acide offre un intérêt spécial pour les sels des acides homologues, comme ceux des acides gras. En général, pour un même sel, l'acide dégage d'autant moins de chaleur qu'il s'élève dans la série; la chaleur dégagée par l'acide formique est plus grande que celle que dégage l'acide acétique, etc. Pour les sels des acides gras d'une même base, un même acide donne d'autant plus de chaleur que l'acide du sel est plus élevé dans la série : l'acide formique donne plus de chaleur avec l'acétate qu'avec le formiate, avec le propionate qu'avec l'acétate, etc., de la même base. Enfin, l'action d'un même acide, sur tous les sels d'un même acide, est variable d'une base à l'autre : très marquée lorsque la base est puissante, elle diminue et finit par devenir presque nulle. Les réactions thermiques assignent au thallium sa place parmi les métaux alcalins.

» 8. La corrélation d'action des acides sur une base et sur les sels de cette base se trouve en défaut, notamment avec l'oxyde de zinc. Les résultats de l'oxyde de cadmium avec les acides propioniques et avec l'eau différencient les sels de zinc et de cadmium ([1]). L'eau intervient pour activer singulièrement la puissance à la combinaison des oxydes de zinc, de cadmium et de magnésium avec les acides oxaliques. La baryte offre un autre exemple que la progression d'action des acides gras ne se vérifie pas : les acides butyrique et valérianique ont une activité

([1]) L'acétate de cadmium cristallise facilement.

spéciale, presque égale à celle de l'acide formique, pour se combiner avec la baryte.

» 9. Les expériences faites avec les acides formique et lactique, à 4HO, ont montré une similitude d'action remarquable. L'expérience suivante, avec le bichromate de potasse, les différencie : l'effet de l'acide sulfurique étant presque nul, l'acide formique donne $d = 12$, et l'acide lactique $d = 90$.

» 10. Le parallélisme d'activité d'un acide sur une base ou sur un sel de cette base ne saurait être absolu ; il faut, dans la plupart des cas, lui apporter une restriction. Si l'acide du sel est partiellement rendu libre, il subit l'action de l'acide réagissant, et puisque cette action est souvent puissante, elle augmente d'autant l'action apparente de l'acide sur la base. Cette cause, qui s'ajoute à tant d'autres dans des phénomènes si complexes, entraîne une correction notable dans l'évaluation des effets thermiques. Les expériences réciproques des acides nitriques sur les formiates et des acides formiques sur les nitrates en offrent un exemple. Les acides nitriques brûlent l'acide formique, $d = 80$, réaction violente ; la réaction est faible avec les autres acides gras, $d = 13$ avec l'acide acétique : cette action des acides nitriques est spéciale aux formiates, à l'exclusion des autres sels des acides organiques. De même, l'acide formique attaque les nitrates ; après dissolution, la réaction progresse et devient violente : avec 5,1 de nitrate de potasse et 9,2 d'acide, $d = 103$; l'acide formique est en partie brûlé par l'acide nitrique déplacé. Je reviendrai sur ces phénomènes des acides formique et lactique et des sels à acides oxygénants.

» 11. Les acides agissent sur les acides gras d'autant moins que l'acide gras est plus élevé dans la série. Il est exact que les acides formique et sulfurique donnent une très notable production de chaleur ; mais les autres acides gras en produisent également, et la différence est faible de l'acide formique à l'acide acétique, etc.

» 12. Les amides, et en particulier la formamide, se combinent avec les acides : $d = 20$, $d = 11$, pour la formamide et les acides formique et acétique. L'acide nitrique brûle ce corps : l'action est instantanée et tellement violente qu'elle peut être dangereuse par les projections.

» 13. Conséquences de recherches sur les acides oxaliques et les alcools polyatomiques, les expériences qui font l'objet de cette Note ont été entreprises pour fixer, parmi les acides, la place de l'acide formique ; elles font connaître, par un mode simple d'expérimentation, un ensemble de résultats qui peuvent servir à caractériser les acides, les bases, les

sels, etc. [1]. L'activité de l'acide formique, que j'ai signalée le premier et que j'ai appliquée pour préparer les acides formiques et indiquer des caractéristiques des alcools polyatomiques, cette activité se révèle toute spéciale : j'en donnerai d'autres exemples remarquables, notamment avec le térébenthène, et des applications nouvelles. Ces études préliminaires présentent tant d'intérêt, que j'espère y revenir, pour leur donner tout leur développement. Cette Note renferme le principe d'une méthode d'analyse physique entrevue dès l'origine de ces expériences [2]. »

CHIMIE. — *Sur les silicomolybdates*. Note de M. F. **Parmentier**, présentée par M. Debray.

« On sait que les molybdates alcalins [3], en solution acide, donnent avec les acides phosphorique et arsénique des précipités jaunes, qui servent à reconnaître et même à doser les acides phosphorique et arsénique contenus dans diverses matières.

» L'acide silicique donne également, dans certaines circonstances, avec les molybdates acides, des précipités jaunes, qui diffèrent toutefois, par l'ensemble de leurs propriétés, des phosphomolybdates et arséniomolybdates jaunes étudiés autrefois par M. Debray.

» Ces silicomolybdates ont, en général, une solubilité plus grande dans les acides, mais elle n'est pas suffisante cependant pour que l'on puisse être sûr de ne pas précipiter de la silice en même temps que les acides phosphorique et arsénique par les molybdates alcalins, quand la matière essayée renferme des silicates solubles. Il y a donc un intérêt réel à étudier ces nouveaux composés, et c'est l'objet d'un travail étendu que j'espère soumettre prochainement au jugement de l'Académie.

» On obtient le silicomolybdate jaune d'ammoniaque en mélangeant du molybdate d'ammoniaque et un silicate alcalin, tous deux dissous dans l'acide nitrique.

---

(1) Les résultats seront indiqués dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

(2) Les expériences avec les acides gras ne se font pas sans danger. On a été spécialement affecté par les acides butyrique et valérianique. Avec ce dernier, d'une odeur si persistante, constriction temporale et vomissements qui ont duré plusieurs heures (août 1878).

(3) Excepté celui de soude.

» Le liquide se colore en jaune, et il se produit une couche cristalline formée de petits cristaux octaédriques. Le silicomolybdate d'ammoniaque peut d'ailleurs être purifié par simple dissolution dans l'eau pure. Il est précipité de sa dissolution dans l'eau, par l'addition d'un sel ammoniacal.

» Les sels de potasse et de soude peuvent s'obtenir de la même façon. Le sel correspondant de thallium, très peu soluble à froid et à chaud, s'obtient très facilement par double décomposition, au moyen des sels précédents et d'un sel de thallium. Il constitue une poudre cristalline jaune, très dense, qu'il n'a pas été possible d'obtenir en cristaux déterminables, comme ceux de potasse et d'ammoniaque.

» Les analyses de ces sels conduisent à la formule

$$2\dot{R}, SiO^2, 13MoO^3 + nAq.$$

» Le rapport de la base aux acides est de 1 à 7, rapport fréquent dans les combinaisons de l'acide molybdique.

» La petite quantité de silice que renferment ces sels, jointe à la difficulté des analyses, ne permet pas encore de donner cette formule comme définitive. Cependant, le rapport indiqué est en concordance avec les analyses de ces divers sels, et rend compte de la production des produits de transformation fort nombreux qu'ils m'ont déjà donnés.

» Parmi ces produits de transformation, je signalerai l'existence de plusieurs silicomolybdates blancs, parfaitement cristallisés, moins riches en silice que les précédents, et que leur insolubilité relative permet facilement de séparer des premiers. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque sur le chlorure d'isobutylène.* Note de M. S. OECONOMIDÈS, présentée par M. A. Wurtz.

« Dans une Note précédente ([1]), nous avons montré qu'en chauffant à 180° le chlorure d'isobutylidène avec une solution aqueuse d'ammoniaque, nous avons obtenu un certain nombre des bases et, comme produit principal, l'isobutylidène chloré en quantité assez grande pour pouvoir étudier ses propriétés.

» Comme, dans nos premières expériences, la quantité de bases obtenue

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 885.

était très petite, nous avons répété ces expériences avec une quantité de substance plus grande.

» 210gr de chlorure d'isobutylidène, provenant du traitement de 200gr d'aldéhyde isobutylique pure par le perchlorure de phosphore, mêlés avec quatre fois et demie leur volume d'une solution alcoolique d'ammoniaque saturée à 12°, ont été introduits dans un autoclave et chauffés pendant cinq jours à 200°-220°, et même pendant quelque temps à 240°.

» Après la séparation du sel ammoniac (dont le poids était d'environ 80gr), on a soumis le liquide à la distillation. L'ammoniaque, qui se dégage abondamment, entraîne avec elle l'isobutylidène chloré. Pour éviter la perte de ce dernier corps, on a mis l'appareil en communication avec une série de petits flacons dont les derniers contenaient de l'eau. L'ammoniaque y était absorbée, en abandonnant l'isobutylidène chloré qui surnageait l'eau. Dans cette expérience, nous avons obtenu 50gr d'isobutylidène chloré pur.

» Nous croyons que l'ammoniaque alcoolique doit remplacer, dans des opérations de ce genre, la solution alcoolique de potasse. Nous avons essayé de préparer l'isobutylidène chloré, en traitant le chlorure d'isobutylidène avec une solution alcoolique de potasse. Quoique le traitement ait été prolongé pendant longtemps, le rendement était très faible, et le produit obtenu tellement chargé de corps éthérés, qu'il nous fut impossible d'obtenir le corps pur. M. Kékulé [1] a rencontré les mêmes difficultés en traitant le chlorure de crotonylène $C^4H^6Cl^2$ avec une solution alcoolique de potasse. Même en opérant sur 500gr d'aldéhyde crotonique, il n'a pas réussi à obtenir le corps chloré en état de pureté. Nous avons déjà essayé la solution ammoniacale avec le méthylchloracétol, et nous avons obtenu des résultats très satisfaisants. En chauffant 40gr de méthylchloracétol avec une solution alcoolique d'ammoniaque, dans des tubes scellés, à 200° pendant deux jours, nous avons obtenu à peu près 20gr de propylène chloré, bouillant entre 24°-26°. Le dosage de chlore nous a donné

Pour 100.	Théorie.
46,24.	46,40.

» Nous allons essayer aussi avec d'autres corps, et spécialement avec le chlorure de crotonylène.

---

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXII, p. 99.

» Notre but principal, dans ces expériences, était l'étude des bases formées par l'action de l'ammoniaque sur le chlorure d'isobutylidène. Outre l'isobutylidène chloré, on a obtenu comme résidu les chlorhydrates de plusieurs bases mélangés. Ce mélange est décomposé par la potasse et extrait par l'éther. Après avoir distillé l'éther, on a séché sur la potasse et la chaux, et l'on a distillé dans le vide; on a eu trois fractions (54°-60°, 80°-110°, 145°-165° sous une pression de 120^{mm}), contenant des corps basiques dont nous poursuivons l'étude en ce moment. Nous espérons bientôt communiquer les résultats de ces recherches. Pour le moment nous nous bornons à indiquer les résultats suivants :

» *Action de l'acide hypochloreux sur l'isobutylidène chloré.* — On mêle peu à peu la solution de l'acide hypochloreux avec l'isobutylidène chloré et on agite. La combinaison s'effectue rapidement. On refroidit en maintenant le flacon dans de l'eau froide. On ajoute de l'acide hypochloreux jusqu'à ce que l'addition d'une nouvelle quantité dans la masse liquide ne détermine plus d'échauffement sensible et jusqu'à ce que l'isobutylidène chloré, qui d'abord surnage, tombe au fond du liquide, en formant une couche huileuse, incolore, très lourde. On sépare la couche huileuse. Une partie du produit reste néanmoins dissoute. On agite pour l'extraire la masse liquide avec un volume d'éther assez grand pour être sûr d'enlever la totalité du produit. On épuise plusieurs fois par l'éther. On précipite le mercure dissous en faisant passer à travers la masse un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à ce que le précipité, d'abord jaune, soit devenu noir.

» On filtre, on sèche sur le chlorure de calcium et on distille l'éther; le produit brut, soumis à une première distillation, passe presque entièrement entre 140° et 170°. Après quelques rectifications, on obtient un produit bouillant d'une manière constante vers 145°. La réaction est très nette et le rendement fort avantageux.

» Le produit ainsi obtenu a la formule suivante

$$(C^4H^7)Cl(OH)Cl;$$

il constitue un liquide incolore, parfaitement limpide, assez mobile, d'une odeur éthérée.

» Sa densité à 0° est égale à 1,0335. Elle bout sans décomposition à 143°,5 (la colonne de mercure plongée dans la vapeur), sous une pression atmosphérique de 764^{mm}.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Calculé $(C^4H^7)Cl(OH)Cl$ (pour 100).	Trouvé. I.	II.	III.
C^4..............	33,56	33,42	33,31	»
H^8..............	5,59	5,79	5,46	»
Cl^2..............	49,65	»	»	49,50

» La densité de vapeur prise dans l'appareil de Meyer a été trouvée

I.	II.	Théorie.
143,9	142,5	143

» Nous nous proposons d'étudier la constitution, les propriétés et le mode d'action de ce corps sur les alcalis, l'acide azotique, l'éthylate de sodium, le chlorure d'acétyle, l'amalgame de sodium, etc. Nous étudierons aussi l'action de l'acide hypochloreux sur les corps de constitution analogue dans les séries propyliques et amyliques ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points relatifs à l'organisation et au développement des Ascidies.* Note de M. **Ed. van Beneden.**

« Pendant mon séjour à la station zoologique de Naples, en avril 1881, je me suis occupé de recherches sur l'organisation et le développement des Ascidies.

» Pour savoir s'il existe chez les Ascidies une cavité du corps proprement dite (entérocèle), j'ai recherché le mode de formation du mésoderme chez la larve et le développement du péricarde d'une part, des organes sexuels de l'autre, dans la larve et dans le bourgeon. Les espèces les plus favorables à l'étude de ces questions sont : *Phallusia mentula, Ph. mamillata, Ciona intestinalis, Perophora Listeri* et *Clavellina Rissoana.*

» 1. Le mésoderme de la larve se compose de deux plaques latérales, l'une droite, l'autre gauche. Ces plaques se forment exclusivement dans la partie postérieure de l'embryon aux dépens de l'endoderme primitif. Chaque plaque mésodermique comprend deux parties. La partie postérieure, contenant une seule rangée de cellules, donne naissance aux cellules musculaires de la queue. La partie antérieure est composée, chez les *Perophora* et *Clavellina*, de deux rangées de cellules délimitant une fente qui s'ouvre

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. A. Wurtz.

dans le tube digestif; la voûte de ce dernier est formée par les cellules de la corde dorsale. Cette partie du mésoderme apparaît donc comme un diverticule latéral du tube digestif primitif. D'après le développement de leur mésoderme, les Ascidies sont de vrais Entérocéliens.

» 2. Plus tard, les cellules qui constituent la partie antérieure des plaques mésodermiques perdent leur caractère épithélial. Elles s'arrondissent, se séparent, se disséminent entre l'épiblaste d'une part, le système nerveux central et l'hypoblaste de la cavité digestive de l'autre; elles ont alors les caractères des globules du sang de l'adulte. Les cellules endodermiques qui forment le plancher du canal neurentérique subissent la même transformation. Ces cellules, répandues dans une cavité formée par l'écartement de l'épiblaste et de l'hypoblaste (blastocèle de Huxley), donnent naissance: 1° aux éléments cellulaires du sang; 2° au tissu conjonctif; 3° aux muscles du tronc de l'Ascidie; 4° au péricarde; 5° aux organes sexuels.

» Dans l'évolution du bourgeon de la *Perophora*, les mêmes parties se développent aux dépens des globules de sang qui circulent entre la vésicule externe (épiblastique) et la vésicule interne (hypoblastique).

» 3. Chez la *Perophora* adulte, la paroi du cœur comprend une seule couche de cellules. Ces cellules, d'apparence épithéliale, ont la couche profonde de leur protoplasme transformée en fibrilles musculaires. Il n'y a pas d'endothélium endocardique, pas plus qu'il n'existe de paroi endothéliale aux vaisseaux. La paroi du cœur n'est que le feuillet viscéral du péricarde. Elle se continue aux extrémités du sac péricardique et suivant la ligne d'insertion du cœur avec la couche de cellules épithéliales qui constituent le feuillet pariétal du péricarde. Tout le péricarde se développe aux dépens d'un amas plein de cellules mésodermiques. Ces cellules se disposent régulièrement en deux couches entre lesquelles apparaît une fente qui devient bientôt une cavité (cavité péricardique). Le feuillet interne s'incurve de façon à circonscrire une lacune qui se remplit de cellules libres (globules sanguins) et devient la paroi du cœur.

» 4. Les organes sexuels et leurs canaux excréteurs se développent aux dépens d'un petit amas plein de cellules mésodermiques (globules sanguins), d'abord mal défini et plus tard bien circonscrit. Il apparaît dans cet amas une cavité excentriquement placée, qui s'étend rapidement et se transforme en une *vésicule sexuelle*. Cet organe est d'abord relié à la paroi du cloaque par un cordon mésodermique formé d'une seule rangée de cellules. Puis la vésicule sexuelle se divise en un lobe externe qui devient l'appareil femelle et un lobe interne qui devient l'appareil mâle. Les deux

lobes sont creux et s'ouvrent dans la cavité commune qui s'étend en un long boyau délimité par une couche de cellules plates. Ce boyau, plein d'un liquide homogène, court entre l'intestin d'un côté, l'estomac et l'œsophage de l'autre; il se termine en cul-de-sac à ses deux extrémités. L'extrémité antérieure s'approche progressivement du cloaque. En s'allongeant, le boyau se dédouble en deux canaux superposés et adjacents : l'externe devient l'oviducte, l'interne le canal déférent. L'extrémité postérieure renflée du canal déférent est le testicule. C'est d'abord un lobe unique; il se dédouble plus tard, puis se subdivise en lobes multiples. L'épithélium plat qui circonscrit la large cavité de l'oviducte devient, près de son extrémité postérieure, un épithélium germinatif caractérisé par des ovules primordiaux, qui font d'abord saillie dans la cavité de l'oviducte. En se développant, ils s'engagent dans le tissu conjonctif ambiant, entourés par une couche de cellules épithéliales plates, et forment des follicules appendus extérieurement à l'extrémité de l'oviducte. L'ensemble de ces follicules constitue l'ovaire. Quand l'œuf est mûr, il tombe dans l'oviducte.

» Tant que le cul-de-sac antérieur de l'oviducte n'a pas atteint le cloaque, le canal déférent débouche dans l'oviducte. Plus tard, il s'est mis en rapport avec l'épithélium du cloaque, se sépare complètement de l'oviducte, et les deux canaux, accolés l'un à l'autre, s'ouvrent dans le cloaque par des orifices distincts. Le développement des organes sexuels est le même chez les *Perophora Listeri*, *Clavellina Rissoana* et *Ciona intestinalis*.

» Il y a les plus grandes analogies entre le développement du péricarde et celui de la vésicule sexuelle. Si la cavité péricardique est homologue à celle des Vertébrés, la cavité des organes sexuels est homologue de la cavité abdominale. L'une et l'autre ont le caractère d'un vrai cœlome.

» L'entérocèle de la larve disparaît complètement; les cellules épithéliales qui le circonscrivaient se répandent dans un blastocèle, où elles donnent naissance à un vrai mésenchyme. C'est aux dépens de ce mésenchyme que se développent l'épithélium péricardique et l'épithélium germinatif. Le développement des Ascidies ne permet donc pas d'accepter la distinction radicale établie par les frères Hertwig entre un mésoderme et un mésenchyme.

» Ici un mésenchyme se développe par transformation du mésoderme et de véritables épithéliums se développent aux dépens de cellules mésodermiques libres.

» Les caractères des muscles de l'Ascidie adulte et le mode de terminaison des nerfs dans ces muscles rapprochent ceux-ci des fibres lisses des

Vertébrés. D'autre part, les éléments musculaires du cœur sont des fibrilles disposées parallèlement les unes aux autres dans la profondeur de cellules épithéliales juxtaposées. Cela montre que le caractère des éléments musculaires dépend, comme l'ont montré les frères Hertwig, des rapports de position des cellules dont ces muscles proviennent (épithélium ou mésenchyme). Mais aussi, d'après ce qui précède, le mésenchyme n'a pas toujours la même origine ni la même valeur anatomique; il y a lieu de distinguer un mésenchyme primitif et un mésenchyme secondaire. Le mésenchyme des Cœlentérés est un *mésenchyme primitif;* il est un produit engendré au contact d'un épithélium ; le mésenchyme des Vertébrés est dans le même cas. Le mésenchyme des Ascidies est secondaire; il se forme par dissociation des éléments cellulaires d'un épithélium (mésoderme). Les fibres musculaires qui proviennent de cellules mésenchymateuses paraissent être toujours des fibres-cellules, que ce mésenchyme soit primitif ou secondaire.. »

ZOOLOGIE. — *Les vaisseaux de la poche du noir des Céphalopodes.* Note de M. **P. Girod**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans cette Note, nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, comme complément de nos deux Communications précédentes, les résultats nouveaux que nous avons recueillis sur la distribution des vaisseaux dans la *poche du noir* des Céphalopodes.

» La circulation artérielle de la poche dépend de l'*aorte antérieure;* la circulation veineuse a pour base la *grande veine.*

» Chez la *Sepia officinalis,* on voit naître de l'aorte antérieure, à $0^m,001$ environ de son origine, une artère qui se porte immédiatement en bas, s'accole à la face postérieure de la poche et en suit la ligne médiane. A $0^m,01$ du bord inférieur de la poche, cette artère se divise en cinq ou six ramifications qui s'enfoncent dans l'épaisseur de la paroi et disparaissent. Une dissection attentive permet de suivre ces rameaux et de les voir se diviser dans les trabécules de la glande du noir, où nous les retrouverons bientôt. La terminaison de cette artère nous autorise à lui donner le nom d'*artère de la glande.* Avant de se résoudre en ses branches terminales, l'artère donne un rameau intestinal qui se recourbe sur le rectum et une série de ramuscules superficiels divergents qui couvrent la face postérieure de la poche de leurs ramifications.

» Après avoir donné cette artère, l'aorte antérieure gagne la face antérieure de la poche et fournit, en ce point, une nouvelle artère destinée à

émettre de nombreuses ramifications qui vont s'étendre sur toute la superficie de la poche : nous la nommons *artère de la paroi*.

» Cette artère monte en décrivant une courbe à concavité supérieure, limitant ainsi la partie supérieure de la dilatation vésiculaire, puis vient se placer entre le rectum et le canal pour atteindre l'orifice commun.

» De cette artère partent de nombreux rameaux : les uns se détachent de la convexité; ils sont au nombre de quatre et descendent sur la vésicule, où ils se ramifient à l'infini; les autres partent de la concavité et montent parallèlement sur le canal, donnant des ramifications à ce dernier ainsi qu'au rectum et à son orifice.

» La distribution artérielle marque d'une manière fort nette la distinction de la glande du noir et de la vésicule, puisqu'une artère spéciale est destinée à chacune de ces parties.

» Le sang est repris par deux ordres de veines : les unes, profondes, sont destinées au sang de la tunique interne de la poche ainsi qu'à celui qui revient de l'intérieur de la glande; elles forment par leur réunion une veine (*veine de la glande*) qui s'accole à l'*artère de la glande*, dont elle suit le trajet pour atteindre la grande veine.

» Les secondes forment à la superficie de la vésicule et du canal des arborisations nombreuses qui se rendent : celles de la dilatation vésiculaire dans une veine située à droite; celles provenant du canal et du rectum dans une veine située à gauche. Ces deux *veines de la paroi* se rendent aussi dans la grande veine.

» Cette disposition se présente à peu près la même chez les autres Céphalopodes; nous n'avons à signaler que des réductions dans le développement des rameaux, dues au moindre développement de la poche et des changements de direction dus soit à l'allongement du corps (*Loliginés*), soit au mouvement d'incurvation du ventricule (*Octopodes*). Mais partout il est facile de constater la présence de deux artères : une *artère de la glande* et une *artère de la paroi* et deux vaisseaux veineux correspondants.

» Comment l'artère et la veine se comportent-elles dans l'intérieur de la glande? L'étude microtomique permet de reconnaître que l'artère peut ou se diviser avant de pénétrer dans la glande (*Sepia*), ou ne donner des branches de division qu'après sa pénétration (*Octopus*), ou rester simple et indivise dans tout son trajet (*Loligo*). Mais, qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre de ces dispositions, l'artère (ou ses branches primaires de division) va traverser successivement les trabécules superposés pour atteindre la membrane limite de la glande, sur laquelle elle se termine par quatre ou cinq

branches divergentes ramifiées. Quant aux veines, elles occupent la périphérie de la glande, se ramifiant dans sa membrane limite et formant un champ vasculaire veineux périphérique opposé au champ artériel, qui est central. L'étude microscopique permet de saisir comment le sang passe des artères dans les veines : c'est par une série de veinules et d'artérioles qui rampent dans les trabécules occupant la zone conjonctive qui sert de substratum aux cellules sécrétantes.

» Si l'on soumet à l'examen un trabécule injecté, on voit que les veinules suivent un trajet rectiligne, émettant des faisceaux de ramifications latérales; les artérioles, au contraire, sont tortueuses, se ramifient en dichotomie irrégulière et donnent un nombre considérable de ramuscules qui se replient sur eux-mêmes, s'entre-croisent et enveloppent la veine sous leurs ondulations sans nombre. Entre les veinules et les artérioles s'étend un double réseau situé immédiatement au-dessous de l'épithélium du trabécule et formé de mailles irrégulières, mais très serrées. Les vaisseaux viennent insensiblement se résoudre dans ces réseaux périphériques.

» Tels sont, brièvement esquissés, les grands traits de la distribution des vaisseaux dans la poche du noir; nous remettons à un prochain travail l'exposé de nos recherches sur le développement et la physiologie de la poche. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les troubles sensitifs produits par les lésions corticales du cerveau.* Note de M. L. Couty, présentée par M. Vulpian.

« Les modifications de la sensibilité que j'ai étudiées sur des singes et sur des chiens se rapportent aux appareils de la vision et du sens tactile : il m'a été impossible de constater nettement des troubles du goût ou de l'odorat, et, dans les cas assez rares où une diminution de l'acuité auditive a pu être observée, je n'ai pas pu voir si elle était bilatérale ou unilatérale. Les animaux qui ont fourni ces résultats négatifs avaient subi des lésions considérables du cerveau, et sur quelques-uns les circonvolutions sphénoïdales, sur d'autres les circonvolutions occipitales étaient entièrement détruites. L'examen des sens avait été fait avec des excitants bien appropriés, et je l'avais répété sur vingt chiens et sur presque autant de singes.

» Amené à considérer comme exceptionnels ou inexacts les faits annoncés par divers auteurs relativement à ces sens, je me décidai, dans la dernière série de mes expériences, à limiter l'examen à des appareils sensitifs plus faciles à étudier, et j'éprouvai encore de réelles difficultés. Ainsi, en

faisant devant les yeux des gestes de caresse ou de menace, ou en présentant de chaque côté de la tête une lumière ou un objet quelconque, je n'obtins aucune constatation précise. Je me convainquis aussi que l'on ne pouvait juger de l'état de la vision par les troubles de la coordination ou de la direction des mouvements; et j'en arrivai peu à peu à utiliser seulement des excitations suivies de réactions nettement définies. Je présentais à un singe successivement devant chaque œil une banane, sa nourriture la plus habituelle; ou encore je faisais voir aux chiens de la viande, aux chiens ou aux singes un bâton qui avait servi à les corriger, ou des friandises dont ils avaient l'habitude.

» J'arrivai ainsi à constater deux ordres de phénomènes sensitifs. Les troubles les plus fréquents et les plus faciles à observer semblaient porter sur l'organe de conduction et de première élaboration sensitive, sur la moelle; et les fonctions de perception cérébrale me parurent beaucoup plus rarement et moins profondément atteintes.

» Cette distinction est facile pour la sensibilité tactile. Un singe ou un chien a une lésion corticale, suivie ou non de paralysie motrice. On pince, on presse, on pique, on gratte la patte opposée à la lésion; et, dans presque toutes les expériences, l'animal reste immobile, tandis qu'après les mêmes excitations faites sur la patte du côté de la lésion, il retire brusquement le membre correspondant. Le mouvement réflexe médullaire est donc supprimé pour les excitations opposées à la lésion, et de cette suppression certains observateurs ont conclu à la perte de la sensibilité. Alors, on gratte ou on pince beaucoup plus fort; et quel que soit le côté sur lequel porte l'excitation, on n'observe plus de différence dans les réactions générales douloureuses ou dans les mouvements intentionnels de fuite et de défense, qui indiquent sûrement la perception cérébrale; ou cette différence n'existe que dans un petit nombre d'expériences. Les troubles de la réflectivité médullaire sont donc beaucoup plus fréquents que ceux de la sensibilité cérébrale.

» De même pour la vue. Dans presque tous les cas de lésion corticale, si l'on présente une lumière ou un corps quelconque devant l'œil opposé, on constate que cet œil reste découvert, tandis que les mêmes objets placés brusquement devant l'œil du côté de la lésion font fermer ses paupières. Cette diminution ou cette suppression des mouvements réflexes palpébraux du côté opposé à la lésion n'indique pas plus une perte de la vision que la suppression des mouvements réflexes des membres ne prouvait leur anesthésie; et si, au lieu de présenter à ce chien une lumière, on

simule de lui donner un coup de bâton, ou si l'on offre à ce singe une banane, on constate alors, dans la plupart des cas, que la vue est restée des deux côtés complètement intacte.

» Je voudrais pouvoir insister davantage et étudier à ce point de vue d'autres modifications du sens musculaire ou de la sensibilité des diverses muqueuses; mais il faudrait bien des détails pour distinguer des troubles qui portent sur des fonctions mal connues et mal localisées; et l'important est de savoir que l'on ne peut catégoriser dans un cadre unique des phénomènes sensitifs dont la forme et la fréquence sont essentiellement différentes.

» Si l'on s'en tient à l'analyse des troubles complets qui portent à la fois sur les manifestations médullaires et sur les manifestations cérébrales de la sensibilité, on peut ainsi résumer leurs caractères.

» L'anesthésie porte sur le côté opposé à la lésion corticale, et, pour le tact comme pour la vision, elle est toujours incomplète. L'œil amblyope, qui ne reconnaît plus la nourriture, suffit encore à diriger l'animal et à lui faire éviter les obstacles; et les sensations douloureuses sont seulement moins vives et plus tardives pour les pattes opposées.

» Cette anesthésie est rare; et, sur plus de quatre-vingts expériences, j'ai observé sept fois seulement de l'amblyopie, et douze fois de la diminution de la sensibilité tactile.

» Cette anesthésie n'a aucun rapport avec le siège ou l'étendue de la lésion corticale : trois de ces sept cas d'amblyopie ont été produits par une lésion frontale, un par une lésion pariétale; et la plupart des cas d'anesthésie tactile ont coïncidé aussi avec des lésions fronto-pariétales.

» Ces troubles de la sensibilité n'ont aucun rapport nécessaire avec les autres troubles. Ainsi, ils s'accompagnent toujours de phénomènes plus ou moins marqués du côté des mouvements; mais l'anesthésie peut coïncider avec de la paralysie ou avec de la contracture; ou encore un membre complètement paralysé de ses mouvements peut rester très sensible.

» L'analyse des troubles de la sensibilité, comme celle faite précédemment des troubles de la motilité, nous montre donc qu'il n'y a pas de relation directe constante et précise entre le cerveau et les appareils périphériques; et, puisqu'une lésion corticale peut, quel que soit son siège, réagir en même temps sur les fonctions des divers appareils moteurs ou sensitifs, nous sommes forcés de rejeter pour le cerveau toute idée de localisation fonctionnelle. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mécanisme de l'infection dans les différents modes d'inoculation du charbon symptomatique. Application à l'interprétation des faits cliniques et à la méthode des inoculations préventives.* Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. H. Bouley.

« Depuis la publication des Notes où nous démontrons la spécificité du charbon symptomatique et la possibilité de donner artificiellement aux animaux une maladie avortée qui les met à l'abri de toute récidive, nous avons varié nos procédés d'inoculation et obtenu des résultats nouveaux.

» I. Nos inoculations ont été faites : 1° dans le tissu conjonctif (dermique, sous-cutané et intramusculaire); 2° dans les veines; 3° dans les voies respiratoires; 4° dans les voies digestives.

» Jusqu'à présent nous n'avons pas constaté que les essais d'inoculation par les voies digestives aient réussi; mais les inoculations par les autres voies ont toujours été fructueuses, à l'exception des inoculations intradermiques à la lancette, qui n'ont réussi que dans certaines conditions encore indéterminées.

» Les effets de ces inoculations sont de deux sortes, dont les types sont offerts par les injections intra-veineuses à dose minime; ces dernières causent des troubles généraux qui disparaissent en deux ou trois jours, après quoi les sujets sont à l'abri des effets d'inoculations ultérieures.

» La maladie inoculée par les veines est donc un vrai charbon bactérien *avorté;* car il s'est arrêté avant l'apparition des tumeurs qui le caractérisent cliniquement. Mais si l'on pousse dans les veines une dose de virus considérable, par la quantité ou par l'activité des agents virulents, on assiste à l'évolution d'un charbon symptomatique complet, avec apparition de tumeurs dont la terminaison est toujours fatale.

» Cette différence se montre également à la suite de l'inoculation de doses variées dans le tissu conjonctif. La dose de virus est-elle infinitésimale ($\frac{2}{10}$ de goutte de pulpe musculaire liquide), l'inoculation ne produit rien ou produit une maladie avortée, sans accident local. La dose est-elle moyenne, l'accident local est insignifiant, mais des troubles généraux surviennent, puis une ou plusieurs tumeurs symptomatiques, loin du siège de l'inoculation. La dose est-elle forte, une tumeur se développe d'emblée au point inoculé, l'état général devient rapidement grave, et, si la survie est assez

longue, une ou plusieurs tumeurs symptomatiques peuvent se développer dans différents points du système musculaire.

» L'injection du virus dans la trachée et les bronches n'a produit qu'une maladie avortée. La réduction du nombre des agents virulents employés est donc capable d'exercer de l'influence sur les résultats de ces inoculations, comme M. Chauveau l'a déjà dit dans sa Communication du 4 avril dernier.

» II. Quelle est la raison de ces différences dans le mécanisme de l'infection ?

» Quand l'inoculation intra-veineuse n'entraîne pas la mort, on ne peut admettre que le microbe se détruise dans le sang, puisque cette inoculation confère l'immunité. Si l'on compare l'innocuité relative d'une injection intra-veineuse de 2^{cc}, 3^{cc}, 4^{cc}, 5^{cc}, ... de virus aux conséquences de l'injection d'une seule goutte dans le tissu conjonctif, on est autorisé à croire ou bien que le microbe s'épuise rapidement dans le milieu sanguin, ou bien qu'il s'y multiplie, mais que l'endothélium vasculaire l'empêche de pénétrer dans le tissu conjonctif, où il trouve les conditions de son évolution complète.

» Cette dernière hypothèse nous paraît vraie, car si l'on provoque une légère hémorrhagie sous-cutanée chez un animal fébricitant, à la suite d'une faible inoculation intra-veineuse, on détermine une tumeur charbonneuse au point où le système vasculaire a été rompu, fait qui démontre du même coup la multiplication du microbe dans le sang et l'influence de la barrière endothéliale vasculaire.

» En conséquence, chaque fois qu'une tumeur suivra une injection veineuse, on devra en conclure que les microbes ont pénétré dans le tissu conjonctif, soit en profitant de la déchirure de quelques faisceaux musculaires ou des trajets ouverts dans les parois des capillaires par les cellules lymphatiques, soit par un processus analogue à celui de l'infarctus embolique, pour évoluer ensuite *in situ*.

» Il y a donc deux phases dans la maladie complète : l'une de repullulation du microbe, qui s'opère dans le sang; l'autre d'intoxication, qui survient lorsque le microbe passe dans le tissu conjonctif. On s'explique par là les suites des injections dans ce tissu. Quelle que soit la quantité de virus inoculée, elle se partage plus ou moins inégalement entre le tissu conjonctif et le sang. Cette quantité est-elle infinitésimale? La portion qui évolue sur place détermine des accidents insignifiants et celle qui passe dans le sang se comporte comme dans le cas d'une faible injection intra-

veineuse. Quand cette dose est moyenne, les effets varient suivant la manière dont s'opérera le partage des agents virulents : s'il en reste peu dans le tissu conjonctif, les accidents locaux sont presque nuls, mais la repullulation dans le sang est grande et l'on peut voir survenir des tumeurs comme après une forte injection veineuse; s'il en reste beaucoup, les effets ressemblent à ceux des doses massives. La portion qui reste dans le tissu conjonctif est alors assez grande pour produire d'emblée une tumeur dont l'influence masque celle de la repullulation dans le sang; mais cette dernière marche parallèlement, car, chez les sujets dont la survie est assez longue, il se développe des tumeurs symptomatiques qui n'entretiennent aucune relation avec la tumeur primitive par l'intermédiaire du système lymphatique. Enfin, les inoculations dans les voies respiratoires produisent souvent les mêmes effets que l'injection intra-veineuse, parce que les microbes peuvent pénétrer directement dans le sang, à travers l'endothélium pulmonaire adossé à l'endothélium des capillaires des *infundibula*, sans rencontrer de tissu conjonctif.

» III. On comprend, d'après ce mécanisme, comment le charbon bactérien peut revêtir les formes cliniques qu'on lui a reconnues et pourquoi les tumeurs qui le caractérisent se développent dans les masses musculaires ou les interstices conjonctifs sans lésions correspondantes aux membranes tégumentaires.

» Cette étude démontre en outre que les tumeurs, loin d'être *critiques*, comme on l'admettait autrefois, sont au contraire des complications mortelles.

» IV. En résumé, on peut donner un charbon *avorté* soit par l'inoculation intra-veineuse, soit par l'inoculation à très petites doses dans le tissu conjonctif, soit par l'introduction du virus dans les voies respiratoires.

» Nous poursuivons des expériences pour essayer de rendre pratiques les deux derniers procédés. Quant à l'inoculation intra-veineuse, nous en avons réglé le manuel de façon à le rendre absolument sans danger, et, grâce aux ressources mises à notre disposition par M. le Ministre de l'Agriculture, nous l'avons déjà appliquée, dans le Rhône, la Haute-Marne et l'Algérie, sur 295 animaux de l'espèce bovine. Nous ferons connaître les résultats de ces expériences à l'Académie lorsque nos animaux actuellement vaccinés auront passé par l'épreuve des influences épizootiques de la saison qui s'ouvre. »

M. Richard annonce à l'Académie la découverte d'une caverne renfermant un grand nombre de débris préhistoriques. (Extrait.)

« Des mineurs, à la recherche d'une mine de plomb dans la montagne de Ayuso (province de Ségovie), au lieu nommé *Solana de Langostura*, ont découvert, il y a trois mois, l'entrée d'une caverne à demi comblée par des éboulements successifs. Ils y ont trouvé, reposant directement sur le sable argileux ou incrustés dans des stalagmites, un grand nombre de squelettes humains mêlés à des instruments de silex pyromaque, à des haches de quartz et à des poteries grossières dont quelques-unes sont ornées de dessins très primitifs.

» Différents spécimens ont été transportés à Madrid, entre autres vingt mâchoires et dix crânes en parfait état de conservation, des fémurs, des tibias, etc., des instruments, des poteries, ainsi qu'un bloc stalagmitique renfermant des omoplates et d'autres fragments de squelettes. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1881.

(Suite.)

Considérations sur quelques formules intégrales dont les valeurs peuvent être exprimées, en certains cas, par la quadrature du cercle. Mémoire de Léonard Euler, *publié conformément au manuscrit autographe, par* M. Ch. Henry. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°. (Extrait du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques.*)

Sur divers points de la théorie des nombres; par M. Ch. Henry. Reims, Justinart, 1880; opuscule in-8°. (Association française pour l'avancement des Sciences.)

Mines and mineral Statistics. Annual Report of the Department of Mines, New South Wales, for the year 1878-1879; *Maps to accompany annual Report of the Department of Mines, New South Wales, for the year* 1879. Sydney, Th. Richards, 1880; 3 vol. in-4°.

Journal and proceedings of the royal Society of New South-Wales, 1879; vol. XIII. Sydney, Th. Richards, 1880; in-8°.

Report upon certain Museums for Technology, Science and Art, etc., *by* ARCH. LIVERSIDGE. Sydney, Th. Richards, 1880; in-fol.

Om banan af en punkt, som rör sig i en sferoids eqvators plan under inverkan af den Newtonska attraktionskraften af HUGO GYLDÉN. Stockholm, 1880; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MAI 1881.

Société nationale et centrale d'Agriculture de France. Rapport de la Commission d'enquête sur l'hiver de 1879-1880 *et sur les dégâts qu'il a causés à l'horticulture ; par* M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1881; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1881, avril. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Manuel d'Hygiène publique et industrielle; par ED. DUPUY. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-12. (Présenté par M. Chatin.)

Académie des Sciences, des Lettres et des Arts d'Amiens. Delambre et Ampère. Discours de réception; par M. DESBOVES. Amiens, Hecquet, 1881; in-8°.

De la nécessité de créer un port maritime à l'embouchure de la Gironde. — Étude sur les fleuves océaniques français. — Notes pour servir à l'histoire de l'Etat en France. — De l'urgence et du moyen pratique de supprimer la passe du sud de la Gironde; par J. GOUDINEAU. Bordeaux, Féret et fils, 1877-1881; 4 br. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. XI, Part 3, 4. London, 1881; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1880; Part IV. London, 1881; in-8°.

Royal Institution of Great Britain, 1880. *List of the members.* London, 1880; in-8°.

Rapport des discussions et des résolutions de la Conférence polaire internationale tenue à Hambourg du 1er *au* 5 *octobre* 1879. *Rapport sur les actes et résultats de la deuxième Conférence polaire internationale tenue à Berne du* 7 *au* 9 *août* 1880. Hambourg, 1880-1881; 2 br. in-4°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, vol. VIII, p. 95-230. Cambridge, 1881; in-8°.

Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro, vol. II, III. Rio de Janeiro, 1877-1878; in-4°.

Del processo morboso del colera asiatico, etc. Memoria del Dr FILIPPO PACINI. Firenze, Lemonnier, 1880; in-8°.

Studi sulla disinfezione delle piante dalla Fillossera; pel D. F. KOENIG. Asti, Michelerio, 1881; in-8°.

Mezzo per studiare la diffuzione del solfuro di carbonia nel terreno; per il Dr F. KOENIG. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Estratto dalla *Gazzetta chimica italiana.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MAI 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à* 36^m *de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année* 1880, *et sur la pénétration de la gelée sous ces deux sols;* par MM. **Edm. Becquerel** et **Henri Becquerel**. (Extrait.)

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, comme nous le faisons chaque année, les Tableaux météorologiques contenant les observations de température faites au Muséum d'Histoire naturelle depuis le 1er décembre 1879 jusqu'au 1er décembre 1880 (1).

» Le Mémoire renferme d'abord les Tableaux relatifs aux observations de température dans l'air, au nord, à $10^m,7$ au-dessus du sol du Muséum et au haut d'un mât à 10^m au-dessus du premier.

» Les moyennes trimestrielles et annuelles déduites des maxima et des minima indiquent une température moyenne un peu plus élevée en été

---

(1) Voir *Mémoires de l'Académie des Sciences,* t. XXXII, XXXVIII, XL et XLI, *Comptes rendus,* t. LXXXII, p. 587 et 700; t. LXXXVI, p. 1222; t. LXXXIX, p. 207, et t. XC, p. 578.

qu'en 1879, et un printemps et un automne relativement chauds (11°,71 au printemps et 11°,47 en automne); mais l'hiver exceptionnel de décembre 1879, janvier et février 1880, qui a donné une moyenne de 0°,5 au-dessous de 0°, a influé sur la moyenne annuelle, 10°,37, inférieure à la moyenne générale pour Paris, bien qu'un peu au-dessus de celle de 1879, qui n'avait été que de 9°,96.

» Les températures moyennes mensuelles et annuelles, déduites des observations du thermomètre placé au nord et de celles faites au haut du mât ont conduit aux mêmes résultats. On a eu en moyenne annuelle :

	1879.		1880.	
	Au haut du mât.	Au nord.	Au haut du mât.	Au nord.
6h du matin..	7,69	7,66	7,54	7,64
9h du matin..	9,71	9,67	9,80	10,04
3h du soir....	12,20	12,48	13,81	13,81
Moyenne..	9,87	9,93	10,38	10,49

» Les observations de température à diverses profondeurs dans la terre, par les méthodes thermo-électriques, ont donné des résultats analogues à ceux observés dans les années précédentes; nous ne les rapporterons pas ici.

» Le Mémoire renferme ensuite les résultats des observations faites sous des sols dénudés et gazonnés, à des profondeurs variables de $0^m,05$ à $0^m,60$, le matin et le soir, chaque jour de l'année. On donne seulement, dans le Tableau annexé à cet extrait, les moyennes mensuelles des températures sous les deux sols aux diverses profondeurs.

» Ces Tableaux, comme ceux des années précédentes, montrent que la marche de la température s'est effectuée, en moyenne, d'une manière semblable; mais, pendant les trois mois de l'hiver rigoureux qui a sévi cette année, l'étude des variations de la température dans le sol présente un intérêt exceptionnel.

» Nous avons d'abord recherché comment la distribution de la température s'est effectuée dans l'épaisseur de la couche de $0^m,25$ de neige qui couvrait la terre pendant le mois de décembre 1879; les observations ont été faites plusieurs fois par jour, du 14 au 28 décembre [1].

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 1011 (1879), pour la première partie des observations faites au Muséum sur le froid du mois de décembre 1879.

SOLS DIVERS.		TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE à 6^h matin.					TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE à 3^h soir.					TEMPÉRATURE MOYENNE annuelle.				
		0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60
Décembre 1879.	Sol gazonné..........	0,34	0,59	1,05	1,54	2,66	0,38	0,68	1,13	1,59	2,57	0,36	0,63	1,09	1,56	2,61
	Sol dénudé...........	-1,24	-1,01	-0,60	-0,04	1,66	-1,13	-1,00	-0,53	-0,01	1,60	-1,18	-1,00	-0,50	-0,02	1,63
	Différence.........	1,58	1,60	1,65	1,58	1,00	1,51	1,68	1,66	1,60	0,97	1,54	1,63	1,65	1,58	0,98
Janvier 1880.	Sol gazonné..........	-0,19	0,11	0,38	0,79	1,44	-0,05	0,19	0,48	0,92	1,48	-0,12	0,15	0,43	0,85	1,46
	Sol dénudé...........	-1,35	-1,11	-0,52	-0,02	1,15	-0,76	-0,59	-0,39	0,00	1,19	-1,05	-0,85	-0,45	-0,01	1,17
	Différence.........	1,16	1,22	0,90	0,81	0,29	0,71	0,78	0,87	0,92	0,29	0,93	1,00	0,88	0,86	0,29
Février 1880.	Sol gazonné..........	0,74	0,78	0,82	0,96	1,40	1,36	1,16	1,15	1,16	1,56	1,05	0,97	0,98	1,06	1,48
	Sol dénudé...........	1,47	1,30	0,93	1,01	1,20	3,49	2,51	1,50	1,24	1,51	2,48	1,90	1,21	1,12	1,35
	Différence.........	-0,73	-0,52	-0,11	-0,05	0,20	-2,13	-1,35	-0,35	-0,08	0,05	-1,43	-0,93	-0,23	-0,06	0,13
Mars 1880.	Sol gazonné..........	6,80	6,99	6,94	6,85	6,25	8,26	7,52	7,06	6,69	6,51	7,53	7,25	7,00	6,77	6,38
	Sol dénudé...........	5,59	6,34	7,02	7,19	6,56	11,27	9,33	7,40	7,00	6,86	8,43	7,33	7,21	7,09	6,71
	Différence.........	1,21	0,65	-0,08	-0,34	-0,31	-3,01	-1,81	-0,34	-0,31	-0,35	-0,90	-0,08	-0,21	-0,22	0,33
Avril 1880.	Sol gazonné..........	8,19	9,05	9,09	8,90	8,54	10,80	9,83	9,20	9,11	8,79	9,50	9,44	9,14	9,00	8,61
	Sol dénudé...........	7.73	8,39	9,01	8,97	8,58	12,78	11,51	9,58	9,04	8,78	10,25	9,95	9,29	9,00	8,68
	Différence.........	0,46	0,66	0,08	-0,07	-0,04	-1,98	-1,68	-0,38	0,07	0,01	-0,75	-0,51	-0,15	0,00	-0,07
Mai 1880.	Sol gazonné..........	12,60	12,72	12,86	12,68	12,01	16,70	14,88	14,04	13,34	12,56	14,65	13,80	13,45	13,01	12,28
	Sol dénudé...........	11,85	12,36	13,31	13,74	12,70	20,82	18,30	15,33	14,15	13,32	15,33	15,33	14,32	13,04	13,01
	Différence.........	0,75	0,36	-0,45	-1,06	-0,69	-4,12	-3,42	-1,29	-0,81	-0,76	-2,68	-1,53	-0,87	0,93	-0,73
Juin 1880.	Sol gazonné..........	15,25	15,74	15,95	15,81	15,32	19,16	17,95	17,22	16,88	16,16	17,20	16,84	16,58	16,34	15,74
	Sol dénudé...........	14,52	15,08	15,70	16,04	15,63	21,25	19,60	17,68	17,08	16,75	17,88	17,34	16,69	16,56	16,19
	Différence.........	0,73	0,66	0,25	-0,23	-0,31	-2,09	-1,65	-0,46	-0,20	-0,69	-0,68	-0,50	-0,11	-0,22	-0,45
Juillet 1880.	Sol gazonné..........	18,30	18,59	18,94	18,77	18,36	22,89	21,65	20,64	20,21	19,44	20,59	20,12	19,79	19,49	18,90
	Sol dénudé...........	17,39	18,01	18,70	19,17	18,76	25,34	23,34	21,16	20,30	19,28	21,36	20,67	19,93	19,73	19,02
	Différence.........	0,91	0,58	0,24	-0,40	-0,40	-2,45	-1,69	-0,52	-0,09	0,16	-0,77	-0,55	-0,14	-0,24	-0,12
Août 1880.	Sol gazonné..........	18,60	18,18	17,04	18,95	18,17	21,27	20,45	19,93	19,86	19,54	19,93	19,31	18,48	19,40	18,80
	Sol dénudé...........	17,43	18,08	18,61	18,89	18,40	24,30	22,21	20,55	19,70	19,52	20,80	20,14	19,58	19,29	18,91
	Différence.........	1,17	0,10	-1,57	0,06	-0,23	-3,30	-1,76	-0,62	0,16	0,02	-0,93	-0,83	-1,10	0,11	-0,11
Septembre 1880.	Sol gazonné..........	16,23	16,59	16,83	16,98	17,13	18,90	18,39	18,25	18,30	18,54	17,56	17,49	17,54	17,64	17,83
	Sol dénudé...........	14,87	15,82	16,34	16,72	16,79	20,45	19,32	18,15	17,52	17,74	17,66	17,57	17,24	17,12	17,26
	Différence.........	1,36	0,77	0,49	0,26	0,34	-1,55	-0,93	0,10	0,78	0,80	-0,10	-0,08	0,30	0,52	0,57
Octobre 1880.	Sol gazonné..........	10,50	10,80	11,01	11,22	12,04	11,58	11,51	12,01	12,55	13,46	11,04	11,25	11,51	11,88	12,75
	Sol dénudé...........	8,79	9,26	10,03	10,62	11,45	11,47	10,94	10,64	10,90	12,22	10,13	10,10	10,33	10,76	11,83
	Différence.........	1,71	1,54	0,98	0,60	0,59	0,11	0,57	1,37	1,65	1,24	0,91	1,15	1,18	1,12	0,92
Novembre 1880.	Sol gazonné..........	5,66	5,93	6,17	6,51	7,02	5,79	5,97	6,23	6,64	7,76	5,72	5,95	6,20	6,57	7,39
	Sol dénudé...........	4,77	5,12	5,66	5,95	6,84	5,45	5,30	5,15	5,56	6,86	5,11	5,21	5,40	5,70	6,85
	Différence.........	0,89	0,81	0,51	0,56	0,18	0,34	0,67	1,08	1,08	0,90	0,61	0,74	0,80	0,87	0,54
ANNÉE moyenne.	Sol gazonné..........	9,42	9,67	9,76	9,99	10,03	11,42	10,85	10,61	10,60	10,69	10,42	10,26	10,18	10,30	10,36
	Sol dénudé...........	8.49	8,97	9,51	9.84	10,00	12,89	11.73	10,52	10,20	10,47	10,69	10,35	10,01	10,02	10,23
	Différence.........	0,93	0,70	0,25	0,15	0,03	-1,47	-0,88	0,09	0,39	0,22	-0,27	-0,09	0,17	0,20	0,13

» Les résultats indiqués dans le Mémoire montrent que, à la surface supérieure du sol et au contact de la couche de neige, la température s'est maintenue presque constamment dans le voisinage de — 1° et ne s'est pas abaissée au-dessous de — 1°,5, alors que la température de l'air, ainsi que celle de la surface supérieure de la neige, a varié de — 15° à 0°.

» Les variations diurnes de température à la surface du sol se sont fait sentir, quoique très faiblement, sous cette masse de neige de 0m,25 d'épaisseur, en ne dépassant pas toutefois quelques dixièmes de degré; en outre, les différences des températures observées à diverses profondeurs dans la neige ont été proportionnelles aux épaisseurs des couches qui séparaient les parties explorées. Ces résultats montrent que cette couche de neige, lorsque la température est inférieure à 0°, a une conductibilité propre, bien que très faible, et se comporte comme tout corps conducteur traversé par un flux calorifique; on comprend dès lors comment elle peut jouer le rôle d'écran préservateur de la gelée pour les corps organisés placés au-dessous.

» En ce qui concerne les températures sous les sols gazonnés ou dénudés, on peut distinguer deux périodes : la première, du 26 novembre 1879 au 29 janvier 1880, pendant laquelle le froid a été très intense, et la terre couverte de neige; la seconde, qui s'étend du 30 décembre 1879 au 15 février 1880, où l'abaissement de température a été moins grand que dans la première période, mais où la terre n'était plus protégée par la neige.

» Dans la première période, les effets de la gelée dans l'air ont été désastreux pour la végétation, mais la terre, garantie par une couche de neige de 0m,25 d'épaisseur environ, n'a ressenti que faiblement cet abaissement de température. Dans la seconde, au contraire, le froid a été celui de nos hivers moyens, et cependant la gelée a pénétré jusqu'à 0m,60 de profondeur au moins.

» *Première période.* — Le 26 novembre, a commencé une série non interrompue de gelées qui a duré jusqu'au 28 décembre à 6h du soir; le 10 décembre le thermomètre dans l'air s'est abaissé à — 20°,75 dans notre observatoire; au-dessus des points où sont enfoncés les câbles thermo-électriques, la température de l'air a été de — 23°.

» Le lendemain du premier jour de gelée, le sol dénudé gelait à 0m,05 de profondeur; la neige ne couvrait pas encore le sol. Le surlendemain, le 28 novembre, la gelée pénétrait à 0m,10, et jusqu'à 0m,20 la vitesse de propagation de la gelée en terre a été environ de 0m,05 par jour. Pendant les premiers jours de décembre, l'abaissement de température a été assez notable et a atteint — 3°,17 le matin du 3 décembre, à 0m,05 de profon-

deur; mais à partir de ce jour la neige est tombée avec abondance, couvrant le sol d'une couche de $0^m,25$, et à $0^m,05$ sous le sol la température est remontée à — $0°,82$ le 8 décembre.

» Pendant toute la période de froid, les variations de température ont été petites sous le sol dénudé couvert de neige. On constate à $0^m,05$ un premier minimum de — $1°,47$ le 11 décembre à 6^h du matin, le lendemain du jour où le minimum dans l'air de — 23° avait eu lieu; puis, à la même profondeur, la température est remontée à — $0°,28$ le 16 décembre, pour redescendre régulièrement, présenter un minimum de — $1°,82$ le 23, et remonter à 0° le 31 décembre.

» Sous le sol gazonné les variations ont été bien plus faibles. Les maxima et les minima de température ont été en retard sur ceux qui se sont produits à la même profondeur sous le sol dénudé, et les amplitudes des variations ont été inférieures à 1°; en outre, la terre n'a pas gelé, même à $0^m,05$, pendant toute cette période; le manteau de neige qui couvrait le sol et le feutrage des radicelles des végétaux ont complètement préservé la terre; il n'en a plus été de même, comme on va le voir, pendant la seconde période, lorsque la neige a disparu.

» *Seconde période.* — Dans les premiers jours de janvier 1880, à la suite du dégel qui a commencé le 28 décembre, la température s'est élevée et a présenté un maximum de $11°,2$ le 2 janvier, puis est descendue à près de — 10° le 28 et le 29 du même mois.

» Ce premier maximum s'est fait sentir à toutes les profondeurs sous le sol dénudé, alors que sous le sol gazonné l'influence a été à peine sensible, et la température a continué à s'abaisser progressivement jusqu'à la fin du mois. Sous le sol dénudé, on a observé le maximum relatif aux dates suivantes :

Profondeur.	Date.	Heure de l'observation.
$0^m,05$	2 janvier 1880	3^h soir.
0,10	2 janvier 1880	3 soir.
0,20	6 janvier 1880	6 matin.
0,30	6 janvier 1880	3 soir.
0,60	7 janvier 1880	6 matin.

» A partir de ce moment, et sous l'influence de l'abaissement progressif de la température de l'air, la température s'est abaissée de nouveau sous les deux sols, qui n'ont pas tardé à geler, et la gelée a même pénétré jusqu'à $0^m,60$ de profondeur sous le sol dénudé. Comme le minimum est resté

très près de 0°, il est à présumer que la gelée ne s'est pas étendue à une profondeur notablement plus grande.

» La propagation de la gelée dans ces circonstances s'est faite de la manière suivante :

Profondeur.	Sol dénudé. Date de l'observation de 0°.	Sol dénudé. Heure de l'observation.	Sol dénudé. Vitesse de propagation de la gelée.	Sol gazonné. Date de l'observation de 0°.	Sol gazonné. Heure de l'observation.	Sol gazonné. Vitesse de propagation de la gelée.
m		h	m		h	m
0,00 (surface du sol).	4 janvier	»	»	»	»	»
0,05	8 janvier	6 matin	0,012	13 janvier	6 matin	0,0055
0,10	9 janvier	3 soir	0,019	21 janvier	6 matin	0,0058
0,20	13 janvier	6 matin	0,022	29 janvier	6 matin	0,0080
0,30	21 janvier	6 matin	0,018	5 février	6 matin	0,0094
0,60	5 février	6 matin	0,018	5 février	6 matin	»

» Les minima de température, ainsi que les époques où on les a observés, ont été les suivants :

Profondeur.	Sol dénudé. Minimum absolu.	Sol dénudé. Date de l'observation.	Sol dénudé. Heure de l'observation.	Sol gazonné. Minimum absolu.	Sol gazonné. Date de l'observation.	Sol gazonné. Heure de l'observation.
m	o		h	o		h
0,00	−9,9	28 et 29 janvier	6 matin	»	»	»
0,05	−6,82	29 janvier	6 matin	−1,87	29 janvier	6 matin
0,10	−5,42	29 janvier	6 matin	−1,05	29 janvier	3 soir
0,20	−3,72	29 janvier	6 matin	−0,42	3 février	6 matin
0,30	−1,97	30 janvier	6 matin	−0,12	6 février	6 matin
0,60	−0,02	6 février	6 matin	+0,50	18 février	6 matin

» On voit que la propagation de la gelée se fait moins vite sous le sol gazonné que sous le sol dénudé.

» Sous le sol dénudé, la vitesse de propagation de la gelée s'accroît très faiblement avec la profondeur, et cette propagation est très régulière; sous le sol gazonné, l'accroissement de cette vitesse est très notable, et à mesure que l'on s'éloigne de la surface du sol, c'est-à-dire de l'influence protectrice de la végétation qui le couvre, la vitesse de la propagation de la gelée tend à se rapprocher de celle que l'on observe sous le sol dénudé.

» On doit remarquer que la vitesse de propagation du minimum de température diminue beaucoup lorsque la profondeur augmente; entre $0^m,30$ et $0^m,60$ de profondeur, cette vitesse est environ moitié moindre sous le sol gazonné que sous le sol dénudé.

» Il résulte encore de l'ensemble de ces observations que chaque couche du sol est soumise à l'influence de deux effets calorifiques : l'un, dû aux

variations de température extérieures; l'autre, dû à l'action des couches profondes qui tendent à donner à celles-ci une température constante, comme on l'observe à partir d'une certaine profondeur. Quant à l'amplitude de l'oscillation thermométrique qui est la conséquence de ces effets complexes, lorsqu'il n'y a aucune influence perturbatrice, telle qu'une infiltration d'eau, elle est d'autant moindre que la profondeur de la couche est plus grande. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la rage.* Note de M. L. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland**, **Roux** et **Thuillier**.

« L'Académie se rappellera peut-être que depuis le mois de décembre dernier, avec l'aide de MM. Chamberland et Roux, auxquels a bien voulu s'adjoindre M. Thuillier, nous avons commencé l'étude de la rage.

» En rapprochant les symptômes extérieurs de cette maladie de certaines observations histologiques faites sur le cerveau de personnes ou d'animaux morts de rage, et en considérant qu'on n'a pas, jusqu'à présent, communiqué l'affection par l'inoculation du sang des rabiques, on a été porté à penser que le système nerveux central et de préférence le bulbe qui joint la moelle épinière au cerveau et au cervelet sont particulièrement intéressés et actifs dans le développement du mal. Cette opinion a été soutenue, il y a deux ans, avec distinction, par M. le D[r] Duboué. Cependant les expériences récentes de M. Galtier, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, laissent planer une grande incertitude sur le véritable siège d'élaboration du virus rabique.

« Le virus rabique, dit ce savant observateur, existe dans la bave, tout le monde le sait. Mais d'où vient-il? Où est-il élaboré?...

» Jusqu'à présent, je n'ai constaté l'existence du virus rabique chez le chien enragé que dans les glandes linguales et sur la muqueuse bucco-pharyngienne....

» J'ai inoculé plus de dix fois, et toujours avec le même insuccès, le produit obtenu en exprimant la substance cérébrale, celle du cervelet, celle de la moelle allongée de chiens enragés. » (Galtier, *Bulletin de l'Académie de Médecine,* 25 janvier 1881.)

» J'ai la satisfaction d'annoncer à l'Académie que nos expériences ont été plus heureuses. A diverses reprises, et souvent avec succès, nous avons inoculé le bulbe rachidien, et même la portion frontale d'un des hémisphères et le liquide céphalo-rachidien. Dans ces conditions la rage a eu les durées d'incubation habituelles.

» Le siège du virus rabique n'est donc pas dans la salive seule. Le cerveau le contient et on l'y trouve revêtu d'une virulence au moins égale à celle qu'il possède dans la salive des enragés.

» Une des plus grandes difficultés des recherches sur la rage consiste, d'une part, dans l'incertitude du développement du mal à la suite des inoculations ou des morsures, et d'autre part dans la durée de l'incubation, c'est-à-dire dans le temps qui s'écoule entre l'introduction du virus et l'apparition des symptômes rabiques. C'est un supplice pour l'expérimentateur d'être condamné à attendre, pendant des mois entiers, le résultat d'une expérience, quand le sujet en comporte de très nombreuses. On apprendra donc, je l'espère, avec un vif intérêt, que nous sommes arrivés à diminuer considérablement la durée d'incubation de la rage et à la communiquer à coup sûr.

» On arrive à ce double résultat par l'inoculation directe à la surface du cerveau, en ayant recours à la trépanation et en se servant comme matière inoculante de la substance cérébrale d'un chien enragé, prélevée et inoculée à l'état de pureté.

» Chez un chien inoculé dans ces conditions, les premiers symptômes de la rage apparaissent dans l'intervalle d'une semaine ou deux et la mort en moins de trois semaines. J'ajoute qu'aucune des inoculations ainsi faites n'a échoué. Autant de trépanations et d'inoculations sur le cerveau, autant de cas de rage confirmée et rapidement développée. Étant donné le caractère de la méthode, on peut espérer qu'il en sera toujours ainsi. D'ailleurs la rage a été, tantôt la rage mue, tantôt la rage furieuse, c'est-à-dire la rage sous ses deux formes habituelles.

» Je me borne à ce court exposé, parce que nous n'avons d'autre but aujourd'hui que de prendre date pour la connaissance d'une nouvelle méthode de recherches dont la fécondité d'application n'échappera à personne.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille;* par M. E. Stephan.

	Positions moyennes pour 1880,0.		
N° d'ordre.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
1...	15.57.46,53	68.42.30,7	Très faible; assez étendue; ovoïde; très peu condensée; pas de point brillant.

N° d'ordre.	Positions moyennes pour 1880,0. Ascension droite.	Distance polaire nord.	Description sommaire.
2...	15h.58m. 9s,08	68°.46′.28″,4	A peu près le même aspect que la précédente, mais un peu plus faible.
3...	16.12.41,18	54.49.26,4	Faible; petite; ronde; graduellement et faiblement condensée vers le centre.
4...	16.12.52,19	54.48. 8,8	Un peu moins faible, mais un peu plus petite que la précédente.
5...	16.12.58,70	54.34. 5,9	Excess. excess. faible; très petite; ronde; un peu de condensation graduelle.
6...	16.13.13,43	54.41.59,3	Faible; petite; ronde; graduellement condensée vers le centre.
7...	16.13.16,91	54.37. 0,1	Excess. excess. faible; très petite; ronde; graduellement condensée.
8...	16.13.33,82	54.35.41,2	Très faible; excessivement petite; ronde; condensation centrale.
9...	16.13.58,09	54.31.53,6	Excess. excess. faible; petite; ronde; légère condensation graduelle.
10...	16.14.28,51	54.33.16,1	Excess. faible et petite; ronde; condensation graduelle vers le centre.
11...	16.45.14,30	66.12.45,5	Assez faible; petite; ronde; graduellement condensée vers le centre.
12...	16.47.24,24	66.28. 1,2	Excess. faible et petite; irrégulière; vaporeuse; un point un peu plus brillant.
13...	16.51.44,23	61.50. 0,5	Excess. excess. faible et petite; irrégulière; un petit point plus brillant. Elle est bien distincte de celles qui sont cataloguées dans Dreyer de 5834 à 5840.
14...	17.11. 5,43	60.27.39,6	Excess. excess. faible; petite; ronde.
15...	17.14.33,14	73.12.56,3	Excess. excess. faible; vaporeuse; irrégulièrement arrondie.
16...	17.14.33,16	48.13.33,8	Excess. excess. faible; très petite; irrégulièrement arrondie; un peu de condensation centrale.
17...	17.14.54,33	48.10.55,4	Assez faible; assez petite; graduellement condensée vers le centre.
18...	17.21. 2,81	52. 8. 6,3	Très petite étoile entourée d'une très faible et très petite nébulosité. La nébulosité est ronde.
19...	17.47.59,10	60. 9.10,6	Petit point lumineux légèrement nébuleux.
20...	17.48. 5,15	60. 7.59,0	Faible; petite; ronde; graduellement condensée vers le centre.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

N° d'ordre.	Noms des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
1...	1404-1405 W. (*N. C.*), H. XV.	15.56.51,08	68.46.34,1	Cat. W.
2...	Id.			
3...	298-299 W. (*N. C.*), H. XVI.	16.10.45,90	54.59. 3,1	Cat. W.
4...	Id.			
5...	730 W. (*N. C.*), H. XVI.	16.25.21,56	54.32. 6,5	Cat. W.
6...	Id.			
7...	Id.			
8...	Id.			
9...	Id.			
10...	Id.			
11...	1424 W. (*N. C.*), H. XVI.	16.46.45,48	66. 9.34,4	Cat. W.
12...	1300 W. (*N. C.*), H. XVI.	16.42.21,15	66.34. 7,5	Cat. W.
13...	1442 W. (*N. C.*), H. XVI.	16.47.11,75	62. 2. 3,0	Cat. W.
14...	257 W. (*N. C.*), H. XVII.	17.10.55,70	60.23.37,0	Cat. W.
15...	5751 Rumker.	17.10.58,49	73.12.17,5	Cat. R.
16...	502 W. (*N. C.*), H. XVII.	17.18.. 8,70	48.14.23,7	Cat. W.
17...	Id.			
18...	653 W. (*N. C.*), H. XVII.	17.22.56,34	52. 3.17,0	Cat. W.
19...	3139 Arg. Z. + 29°	17.49.31,02	60. 9.48,0	Cat. Arg.
20...	Id.			

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie du mouvement des corps célestes.* Note de M. **H. Gyldén.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Mes recherches sur la théorie des mouvements célestes m'ont conduit au système suivant de formules, qui servent à calculer la position d'un corps céleste dans le plan de son orbite. Je ne donnerai aujourd'hui que ces formules, réservant pour une autre occasion la démonstration, qui exige plus de développements analytiques qu'on ne peut en donner dans un exposé succinct.

» Selon les circonstances, je me servirai alternativement de l'une des trois variables indépendantes τ, ε_0 ou v_0, dont j'appelle la première *temps réduit*, la deuxième *anomalie intermédiaire* et la troisième *longitude intermédiaire*. La longitude intermédiaire et le *rayon vecteur intermédiaire*, appartenant tous les deux à une même valeur de τ ou de ε_0, sont les coordonnées polaires dans l'*orbite intermédiaire* du corps dont on examine le mouvement.

» L'orbite intermédiaire est comprise entre deux cercles concentriques dont le centre commun coïncide, si le corps troublant en est perpétuellement plus éloigné que le corps troublé, avec le centre du corps central. Soient r_2 et r_1 les rayons de ces deux cercles, et $r_2 > r_1$; soit, de plus, r_0 le rayon vecteur intermédiaire, r_2 et r_1 désignant aussi la plus grande et la plus petite valeur de r_0. Je pose ensuite

$$r_2 + r_1 = 2a,$$
$$r_2 - r_1 = 2ae;$$

mais il faut remarquer que la signification géométrique de a et de e n'est pas ici la même que dans l'ellipse képlerienne, quoique les valeurs numériques de ces deux quantités dans les deux cas puissent être peu différentes les unes des autres.

» Je désigne encore par μ_2 un coefficient constant renfermant la masse du corps troublant comme facteur, et par μ_1 la somme des masses du corps troublé et du corps central.

» Cela étant, j'introduis successivement les désignations suivantes :

$$\rho_2 = r_2\sqrt{\mu_2}, \quad \rho_1 = r_1\sqrt{\mu_2}, \quad \mu = \tfrac{1}{2}(\rho_2 + \rho_1) = a\sqrt{\mu_2},$$
$$\nu = \sqrt{\frac{\mu_1}{a} + \mu_2 a^2 e^2}, \quad k^2 = \frac{2(\rho_2 - \rho_1)\nu}{(\nu + \mu + \rho_2)(\nu - \mu - \rho_1)},$$
$$\left.\begin{aligned} \sqrt{\frac{\nu - \mu - \rho_1}{2\nu}} &= \operatorname{sn}\omega \\ i\sqrt{\frac{(\nu + \mu)(\nu - \mu - \rho_1)}{2\nu\rho_1}} &= \operatorname{sn} i\sigma \end{aligned}\right\} (\operatorname{mod}. k).$$

» Maintenant, si l'on admet que le corps troublant est toujours plus éloigné du centre que le corps troublé, les relations entre les quantités τ, ε_0, v_0 et r_0 sont celles-ci,

$$\mathrm{N}(\tau - \tau_0) = \varepsilon_0 + \frac{\mathrm{N}}{\sqrt{\mu_2}} \log \frac{\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 - \omega\right)}{\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 + \omega\right)},$$

$$v_0 - v_0^0 = (1 + \rho)\varepsilon_0 + i \log \frac{\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 - i\sigma\right)}{\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 + i\sigma\right)},$$

$$\frac{r_0}{r_1} = \left[\frac{\theta(\omega)}{\theta(i\sigma)}\right]^2 \frac{\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 + i\sigma\right)\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 - i\sigma\right)}{\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 + \omega\right)\theta\left(\frac{\mathrm{K}}{\pi}\varepsilon_0 - \omega\right)},$$

où l'on désigne par τ_0 et par v_0^0 deux constantes d'intégration.

» Les mouvements moyens de l'anomalie et des apsides s'obtiennent au moyen des formules ci-après,

$$\frac{\sqrt{\mu_2}}{N} = \frac{K}{\pi}\left[\frac{\theta'(\omega + i\sigma - iK')}{\theta(\omega + i\sigma - iK')} + \frac{\theta'(\omega - i\sigma - iK')}{\theta(\omega - i\sigma - iK')}\right],$$

$$1 + \rho = -i\frac{K}{\pi}\left[\frac{\theta'(\omega - i\sigma - iK')}{\theta(\omega - i\sigma - iK')} - \frac{\theta'(\omega + i\sigma - iK')}{\theta(\omega + i\sigma - iK')}\right],$$

d'où l'on peut tirer très aisément des développements pour le calcul numérique.

» La position intermédiaire du corps étant évaluée, on en déduit la position vraie en multipliant r_0 par un facteur $\frac{1}{1 - r_0\rho}$ et en ajoutant à v_0 une fonction χ que j'appelle *variation*.

» L'équation différentielle par laquelle on parvient, en l'intégrant, à la valeur de ρ est celle-ci,

$$\frac{d^2\rho}{dv_0^2} + \rho(1 + \Psi_1) = \Psi_0 + \Psi_2\rho^2 + \Psi_3\rho^3 + \ldots,$$

dans laquelle les fonctions Ψ_0, Ψ_1, ... forment des séries renfermant des termes périodiques, mais aussi des termes constants. On suppose que ces développements soient connus et que les fonctions Ψ_0, Ψ_1, ... soient multipliées chacune par la masse du corps troublant. Si l'on pose

$$r_0\rho = \frac{v}{1 + v},$$

on aura

$$r = r^0(1 + v),$$

r étant le rayon vecteur vrai. J'appellerai *évection* la quantité $r_0 v$.

» La variation dépend d'une équation différentielle de la forme suivante,

$$\frac{d^2\chi}{dv_0^2} = \sum A_{s,s'} \sin(sv_0 - s'\mu v_0 + s\chi + B_{s,s'}),$$

s et s' étant des entiers, $A_{s,s'}$ et $B_{s,s'}$ des quantités constantes, et μ le rapport des mouvements moyens. Pour en obtenir l'intégrale, je mets à la place de l'équation précédente une somme de plusieurs autres dont la forme commune est celle-ci

$$\frac{d^2 V}{dv_0^2} + \alpha^2 \sin V \cos V = X,$$

qui peut être traitée de la manière que j'ai communiquée dans les *Comptes*

rendus du 2 mai. Ayant déterminé les diverses quantités V, l'intégrale cherchée en résulte au moyen d'opérations très simples.

» Quant à l'intégration de l'équation dont dépend l'évection, j'ai utilisé, pour ce but, une méthode dont je demanderai la permission de rendre compte une autre fois.

» Enfin, pour avoir la relation entre le temps vrai et le temps réduit, on a établi l'équation

$$\frac{dt}{d\tau} = \left(\frac{r}{r_0}\right),$$

d'où résulte, si l'on désigne par T la différence $t - \tau$, l'expression

$$T = \int \frac{2 r_0 \rho - r_0^2 \rho^2}{(1 - r_0 \rho)^2} d\tau$$

ou bien

$$T = \int (2\nu + \nu^2)\, d\tau.$$

» Dans le cas où le corps troublé est toujours plus éloigné du centre que ne l'est le corps troublant, on retombe sur les formules que j'ai données pour le mouvement d'un point attiré par un sphéroïde (voir *Comptes rendus*, 13 décembre 1880). Ce fait sera d'une grande utilité pour l'étude des mouvements des satellites de Jupiter et de Saturne. »

HYDRAULIQUE. — *Sur un moyen nouveau d'accélérer le service des écluses de navigation.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« J'ai depuis longtemps fait observer que le grand tuyau de conduite de mon nouveau système d'écluses de navigation, quand il n'est pas combiné avec un bassin d'épargne, peut être disposé de manière à favoriser l'entrée et la sortie des grands bateaux chargés, soit lorsqu'ils montent, soit lorsqu'ils descendent. Je dois ajouter une remarque essentielle sur un moyen de les faire sortir d'eux-mêmes de l'écluse au bief d'aval, en ne dépensant pour cela qu'une très petite quantité d'eau.

» Il y a des canaux où, pour produire cet effet, on perd beaucoup d'eau en ouvrant les ventelles des portes d'amont. Or il suffit, en employant mon système, quand le tuyau de conduite débouche dans le sas près de ces portes, de manœuvrer comme si l'on voulait remplir l'écluse. On sait en effet, par expérience, qu'en faisant descendre une petite quantité d'eau du bief supérieur on en fait entrer beaucoup du bief d'aval dans le sas quand celui-ci est au niveau de ce bief. Or elle agira par *pression latérale* derrière

le grand bateau chargé, et d'une manière d'autant plus efficace que bientôt celui-ci s'engagera sur le seuil des portes d'aval et bouchera presque entièrement le passage.

» Si une seule levée du tube dit d'*amont* ne suffit pas pour faire sortir le bateau, on en emploiera une seconde et même au besoin une troisième. On sait d'ailleurs, par expérience, que le tube dit d'*aval* se lève de lui-même dans ces conditions, de sorte que les choses seront tout naturellement disposées d'une manière avantageuse pour que le bateau en mouvement soit suivi par de l'eau d'aval, même à l'époque où il n'y aurait plus de gonflement derrière lui. Les tubes mobiles permettent d'établir ou d'interrompre très facilement, et d'une manière convenable pour éviter les coups de bélier, la communication de l'écluse avec l'un ou l'autre bief, de manière à coordonner les mouvements pour le but dont il s'agit. L'idée nouvelle sur laquelle repose la manœuvre précédente consiste dans la possibilité d'employer, pour faire sortir le bateau de l'écluse, des *pressions latérales,* convenables non seulement pour un bon emploi du travail, mais pour éviter aux bateaux les *percussions* de l'eau qu'on tirait immédiatement pour cela des ventelles des portes d'amont.

» Ce système peut être appliqué aussi quand l'eau débouche par le tuyau de conduite aux deux extrémités de l'écluse, une des portes d'aval barrant convenablement, lorsqu'elle est ouverte, l'orifice du tuyau disposé dans son enclave.

» Quand un grand bateau chargé doit sortir de l'écluse au bief supérieur, les deux orifices du tuyau de conduite, disposés par hypothèse comme je viens de le dire, se trouvent entièrement libres, à cause de la hauteur à laquelle est monté le bateau.

» Si, en vertu de la vitesse acquise dans le tuyau de conduite, le niveau s'élève assez dans l'écluse au-dessus de celui du bief supérieur pour faire ouvrir d'elles-mêmes les portes d'amont et faire glisser le grand bateau chargé jusque sur le seuil de ces portes, comme on l'a fait en Belgique au moyen d'un tuyau de conduite débouchant dans la partie d'aval de l'écluse, le passage sera presque entièrement bouché. L'eau, si elle continue à arriver par les deux extrémités du sas, agira convenablement pour favoriser la sortie du bateau. L'écoulement de l'eau vers l'écluse se fera dans tous les cas par les deux bouts du tuyau; les choses se passeront donc, à cette époque, d'une manière analogue à ce qui se présenterait si la section de celui-ci était beaucoup plus grande et s'il n'y avait qu'un seul orifice débouchant dans l'écluse, comme celui dont M. Maus se sert en Belgique.

Cette remarque est intéressante au point de vue des constructions, parce qu'il est facile de ménager un tuyau de conduite sur toute la longueur de chaque bajoyer d'écluse et qu'il peut être convenable de ne pas se trouver obligé de donner à cette partie du système une trop grande section. Il sera d'ailleurs facile d'en donner une beaucoup plus grande à un autre tuyau de conduite joint à celui-ci par une bifurcation. L'autre extrémité de ce second tuyau traversera le réservoir de communication avec le bief supérieur et portera les tubes mobiles, comme pour la disposition générale du système décrit dans le Rapport fait à l'Institut le 18 janvier 1869 par MM. Combes, Phillips et de Saint-Venant, rapporteur.

» Dans le cas où les sections des tuyaux ne seraient pas assez grandes pour faire ouvrir franchement d'elles-mêmes les portes d'amont, en vertu de l'exhaussement du niveau de l'eau dans l'écluse quand elle est pleine, ou de l'abaissement de l'eau quand elle achève de se vider, il suffirait sans doute d'empêcher pendant quelques instants les portes de s'ouvrir, afin que la dénivellation dans un sens ou dans l'autre eût le temps de se faire d'une manière plus tranchée.

» Quant aux portes d'amont, lorsqu'elles s'ouvriront de cette façon, il se produira un phénomène analogue à celui de l'*écrasement* graduel qui se présente dans un canal de section rectangulaire à l'extrémité duquel une vanne est levée brusquement. Mais, sans revenir sur les phénomènes qui en résultent et dont j'ai depuis longtemps donné la description, il suffit de remarquer que le grand bateau chargé, en s'inclinant alors légèrement vers l'amont, pressera au-dessous de lui une masse d'eau qui ne sera pas très différente de la sienne et dont l'inertie sera une cause de régulation des mouvements.

» Les considérations précédentes seront développées dans un Ouvrage, où je réunis l'ensemble de mes recherches sur l'Hydraulique et dont l'impression est très avancée; mais, comme on se préoccupe beaucoup, pour des canaux projetés ou en construction, d'accélérer le service des écluses, j'ai pensé qu'il était utile, pour éviter tout malentendu, de montrer que mon système n'avait pas seulement pour but l'épargne de l'eau, même dans le cas où l'on n'emploie pas de grandes oscillations combinées avec un bassin d'épargne. J'ai d'ailleurs indiqué d'autres moyens d'accélérer le service; mais il m'a semblé intéressant de signaler d'une manière spéciale celui qui repose ainsi sur un principe nouveau, en substituant des *pressions latérales* aux *percussions* employées sur certains canaux pour faire sortir de lui-même un grand bateau chargé de l'écluse au bief d'aval.

» C'est surtout pour les écluses dites *jumelles*, à deux sas parallèles séparés par un terre-plein, que l'application de mon système sera la plus intéressante, comme on le verra dans une autre Note. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les genres* Williamsonia *Carruth. et* Goniolina *d'Orb.* Note de MM. **G. de Saporta** et **A.-F. Marion**.

« II. Les *Goniolina*. — Les *Goniolina* de d'Orbigny sont des corps ovoïdes, en forme de strobile arrondi au sommet et supporté par un pédoncule cylindrique rarement conservé, mais bien visible sur quelques échantillons. Ces corps correspondent à des moules résultant du remplissage de la cavité laissée dans les sédiments par l'organe lui-même après sa destruction, et ils s'offrent parfois aussi à l'état de demi-relief par suite d'un phénomène de fossilisation dont certains végétaux charnus ou coriaces ont fourni de nombreux exemples.

» La surface des *Goniolina* est occupée par des compartiments hexagones d'une parfaite régularité et disposés en rangées spiralées, d'après une ordonnance commune aux fruits agrégés d'une foule de plantes de familles différentes. Les compartiments diminuent de dimension en se rapprochant du point d'insertion du pédoncule.

» Ces fossiles ont été rapportés anciennement par Roemer et d'Orbigny, plus récemment par Buvignier et par M. de Loriol, au règne animal. On a cru reconnaître en eux tantôt des Foraminifères, tantôt des Bryozoaires ou des Tuniciers. Ils ont été enfin rattachés aux Échinodermes et décrits comme des Crinoïdes, sous le nom de *Goniolina geometrica*. Nous devons faire observer que ces diverses assimilations ne sont basées sur aucun caractère probant. L'attribution aux Foraminifères, aux Bryozoaires ou aux Tuniciers devrait résulter de la présence constatée de loges possédant au moins une ouverture disposée d'après des règles morphologiques bien connues. Si les *Goniolina* se rapportaient aux parties solides d'un Coralliaire ou d'un Échinoderme, leur masse se serait conservée à l'état de calcaire spathique d'une structure intime caractéristique, tandis qu'il est incontestable que le tissu de cet être s'est constamment décomposé et n'a laissé au sein des couches que des empreintes et des vides remplis ensuite ou moulés par les sédiments.

» Si réellement les *Goniolina* avaient été des Crinoïdes, leur pédoncule montrerait des séries d'articles et le calice serait formé par des plaques moins nombreuses, disposées, non point en lignes spiralées, mais en séries

transversès et alternes. Les compartiments indiqués sur ces corps ovoïdes ne sauraient vraiment, aux yeux d'un zoologiste, passer pour des plaques basales ou radiales et il serait impossible de comprendre comment un Crinoïde aurait été constitué par un calice entièrement clos, sans aucune communication avec l'extérieur, dépourvu de bras et sans vestige d'une ouverture buccale. Par contre, il suffit à des yeux non prévenus d'un examen superficiel pour reconnaître immédiatement les organes caractéristiques des fruits agrégés, dont les parties constituantes, bractées ou carpelles, insérées sur un axe réceptaculaire, prennent nécessairement, après la fécondation et par suite de la pression mutuelle résultant de l'accrescence, des contours hexagones. Ce phénomène est visible dans des groupes du reste très éloignés, chez les Conifères et les Cycadées, aussi bien que chez les Aroïdées et les Pandanées.

» Lorsque l'un de nous reçut, il y a plusieurs années, de M. le comte R. de Bouillé, un échantillon de *Goniolina* recueilli dans l'oxfordien ou le corallien de la Vienne, échantillon d'une admirable conservation et encore muni de son pédoncule, il n'hésita pas à attribuer ce fossile à une Spadiciflore jurassique, alliée de plus ou moins près aux *Podocarya* de Bucklam. Plus tard, ayant eu connaissance de l'attribution des *Goniolina* au règne animal par d'Orbigny et ses successeurs, nous obtînmes de l'obligeance de M. A. Gaudry, professeur au Muséum, communication de la riche série de *Goniolina* de la collection d'Orbigny, et à la suite d'un examen des plus attentifs il nous a paru que la nature végétale du type ne pouvait être sérieusement révoquée en doute.

» Des Ostracés ont cependant adhéré autrefois à des *Goniolina* tombés dans la mer, le long des anciens rivages. Cette adhérence longtemps prolongée a eu pour effet l'impression en creux des compartiments du *Goniolina* sur la valve inférieure de certaines huîtres. Quelquefois, par suite du contact des deux valves étroitement appliquées l'une sur l'autre, la même impression a été transmise à la valve supérieure, qui la reproduit avec un relief affaibli; mais, à notre sens, il résulte seulement de cette circonstance qu'il s'agissait d'un organe résistant, extérieurement durci, résistant à la décomposition, et qui pourtant a toujours fini par disparaître, particularités qui n'ont rien d'incompatible avec la nature végétale supposée des *Goniolina*.

» En nous attachant aux échantillons les plus parfaits, pour les dessiner sous un assez fort grossissement, nous avons remarqué, à la surface légèrement bombée des compartiments hexagonaux, des linéaments relevés en

carène, partant des angles et allant rejoindre une aréole centrale marquée à son milieu d'une trace stigmatique bien visible. De légères stries rayonnent en tous sens de cette aréole vers la périphérie. C'est là une structure qui ne saurait tromper, lorsqu'on la compare à celle des fruits de Pandanées, dont les carpelles ne sont pas groupés en phalanges, mais simplement contigus. Seulement, ici, les compartiments qui répondent à chaque carpelle sont remarquables par leur petitesse, et par suite extrêmement nombreux.

» Bien que les *Goniolina* n'aient dû leur conservation qu'à un surmoulage, comme, à raison de l'inégale consistance de leurs parties internes, celles-ci se sont détruites nécessairement par degré, le sédiment de remplissage a pu laisser parfois des vestiges de l'ancienne organisation. C'est ainsi qu'un échantillon écrasé de la collection d'Orbigny, ouvert par le milieu, laisse entrevoir distinctement un axe épais, assez semblable à celui des Pandanées et marqué à la surface des cicatrices punctiformes qui répondent à l'insertion des carpelles. On distingue également sur ce même échantillon les parois carpellaires prismatiques, vues de profil et donnant lieu à des lignes divisoires qui descendent à l'intérieur de l'organe jusqu'à la rencontre de l'axe sur lequel les fruits étaient implantés. D'après ce qui précède, il nous semble bien difficile, sinon impossible, de repousser l'origine végétale des *Goniolina* et de ne pas considérer le *G. geometrica*, seule espèce qui ait été encore signalée, comme représentant le fruit agrégé d'une Spadiciflore jurassique, dont l'affinité avec les Pandanées n'a rien en soi que de fort naturel, quoique l'on ne puisse songer à proposer aucune assimilation directe entre un type fossile depuis si longtemps disparu et les Spadiciflores les moins éloignées de l'époque actuelle. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1881.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Gegner : MM. Bertrand, Dumas, Decaisne, Hermite et Berthelot réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Wurtz et Chevreul.

Prix J. Reynaud : MM. Dumas, Bertrand, H. Milne Edwards, Wurtz et

Boussingault réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Fizeau.

Grand prix des Sciences physiques (Question de prix à proposer pour l'année 1883) : MM. H. Milne Edwards, Fizeau, Berthelot, Becquerel et de Quatrefages réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Jamin et Dumas.

Prix Bordin (Sciences physiques) (Question de prix à proposer pour l'année 1883) : MM. H. Milne Edwards, Fizeau, Daubrée, Berthelot et Pasteur réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Dumas.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Larroque soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Doctrine météorologique. La prévision du temps. »

(Commissaires : MM. Faye, Villarceau, Mouchez.)

L'Académie reçoit, pour les divers Concours, les Mémoires manuscrits suivants :

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

M. Huet. — *Nouvelles recherches sur les Crustacés isopodes.*

PRIX LALANDE.

M. Crevost. — *De la méthode des occultations au point de vue de la navigation.*

PRIX BORDIN (SCIENCES PHYSIQUES).

Anonyme. — *Mémoire sur la phyllotaxie*, portant pour épigraphe « Naturam regunt numeri ».

PRIX DE MÉCANIQUE (FONDATION MONTYON).

M. Guzman. — *Théorie des dynamoteurs.*

PRIX DE MÉDECINE ET CHIRURGIE (FONDATION MONTYON).

M. H. Toussaint. — *De l'immunité pour le charbon acquise à la suite d'inoculations préventives.*

CONCOURS BRÉANT.

MM. Arloing, Cornevin et O. Thomas. — *Recherches expérimentales sur la maladie infectieuse appelée* charbon symptomatique.

M. A. Pillet. — *Note sur le traitement du choléra.*

M. Picaut. — *Sur le traitement du choléra.*

PRIX JEAN REYNAUD.

M. P. Bernhard. — *Sur l'explication du triangle harmonique.*

CORRESPONDANCE.

M. le Sous-Secrétaire d'État au Ministère des Beaux-Arts informe l'Académie qu'il a commandé pour l'Institut les bustes en marbre de Le Verrier et d'Élie de Beaumont.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *A. Tissot*, intitulé « Mémoire sur la représentation des surfaces et les projections des Cartes géographiques ». (Présenté par M. Faye.)

2° Un Ouvrage de M. *Roudaire*, intitulé « Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique sur la dernière expédition des Chotts; complément des études relatives au projet de mer intérieure ». (Présenté par M. de Lesseps.)

ASTRONOMIE. — *Observations et éléments de la comète a 1881 (L. Swift).* Note de M. G. Bigourdan, présentée par M. Mouchez.

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ✷ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ✷ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
Mai 6...	*a*	8	— 1.24,48 (m s)	— $\bar{1}$,643	— 12.15,3 (′ ″)	+ 0,804
8...	*b*	8	+ 0.30,69	— $\bar{1}$,638	— 8.28,7	+ 0,810
10...	*c*	8	+ 1.59,15	— $\bar{1}$,637	+ 7.57,7	+ 0,807

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Mai 6....	*a* 581 Weisse H. O......	0.24.22,04	+1,03	+31.28.45,9	+1,2
8....	*b* 739 »	0.30.12,63	+1,08	+29.11. 7,7	+1,7
10....	*c* 112 Arg.-Zone + 26°..	0.36.59,13	+1,12	+26.32. 4,6	+2,3

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Mai 6...	14.14.25	0.22.58,59	+31.16.31,8	25 : 17	([1])
8...	14.22.49	0.30.44,40	+30. 9.53,9	30 : 30	Weisse.
10...	14.42.25	0.38.59,40	+29. 2.40,7	12 : 6	Bonn, t. VI.

» Toutes les différences sont corrigées de la réfraction.

Éléments de la comète a 1881.

» Ils ont été déduits des trois lieux normaux suivants, calculés pour $12^h 0^m 0^s$, temps moyen de Berlin, corrigés de toute l'aberration, de la parallaxe et rapportés à l'équinoxe de 1881,0 :

	Ascension droite.	Déclinaison.	
	h m s	° ′ ″	
Mai 2......	0. 8. 0,05	+35.26.10,9	d'après les observations de Vienne et de Dun-Echt du 2 mai.
6......	0.22.29,15	+31.24. 0,9	d'après les observations de Vienne, de Dun-Echt et de Paris du 6 mai.
10......	0.38.21,94	+26.49.55,9	d'après les observations de Berlin et de Paris du 10 mai.

([1]) L'étoile de comparaison du 6 mai a été ainsi déterminée par rapport à 673-674 Lalande :

	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
581 Weisse — 673-4 Lal.	$+ 0^m 10^s,43$	$- 2'25'',1$	10 : 10

Position moyenne (1881,0) *de* 673-4 *Lalande, déduite de deux observations méridiennes de Paris.*

$0^h 24^m 11^s,69$ $\quad + 31° 31' 12'',7$

La position moyenne adoptée pour l'étoile de comparaison du 6 mai résulte de là et de celle de Weisse, en donnant à cette dernière le poids $\frac{1}{2}$.

T	1881, mai 20,43088, temps moyen de Paris.	
ϖ	300°.14′.16″,5	Équinoxe moyen 1881,0.
Ω	126.30.59,0	
i	77.52.53,5	

log q .... $\bar{1}$,771822

Mouvement direct.

Représentation de l'observation moyenne.

En longitude (O — C) cosβ .... +1″,8

En latitude (O — C) .... —0″,8

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« Dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai montré comment certaines classes de fonctions fuchsiennes et zétafuchsiennes permettent d'intégrer une équation linéaire à coefficients rationnels, si tous les points singuliers sont réels. Je veux, aujourd'hui, définir une classe plus étendue de fonctions fuchsiennes qui permet l'intégration dans des cas beaucoup plus généraux.

» Supposons un polygone curviligne dont les côtés soient successivement $A_1, B_1, A_2, B_2, \ldots, A_n, B_n$; je suppose que ces côtés sont des cercles coupant orthogonalement le cercle fondamental; j'appelle α_i et β_i les deux intersections des cercles A_i et B_i, λ_i l'angle correspondant du polygone curviligne et σ la somme de tous les angles de ce polygone; je suppose que λ_i et $\sigma - (\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n)$ sont des parties aliquotes de 2π.

» Je définis n fonctions de z par les équations

$$\frac{z_i - \alpha_i}{z_i - \beta_i} = e^{\sqrt{-1}\lambda} \frac{z - \alpha_i}{z - \beta_i} \quad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» On verrait, comme dans la Note précédente, qu'il y a une infinité de fonctions uniformes de z satisfaisant aux conditions

$$F(z) = F(z_1) = F(z_2) = \ldots = F(z_n)$$

et que toutes s'expriment rationnellement en fonction de l'une d'entre elles.

» En faisant tendre les λ et σ vers 0, on obtient à la limite des fonctions remarquables sur lesquelles je veux attirer l'attention. Sur le cercle fondamental je marque $2n$ points $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \ldots, \alpha_n, \beta_n$, et je suppose qu'on

les rencontre dans l'ordre que je viens d'indiquer, en suivant le cercle dans le sens positif; ces points devront satisfaire à la condition suivante. Je joins le point β_1 à $\beta_2, \beta_3, \ldots, \beta_n$ par des cercles $\gamma_2, \gamma_3, \ldots, \gamma_n$ normaux au cercle fondamental; je joins de même β_2 à β_3, β_3 à $\beta_4, \ldots, \beta_{n-1}$ à β_n par des cercles $\delta_3, \delta_4, \ldots, \delta_n$ normaux au cercle fondamental; par les points $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ je mène des cercles $C_1, C_2, \ldots, C_n$ coupant orthogonalement le cercle fondamental et normaux respectivement à $\gamma_2, \delta_3, \delta_4, \ldots, \delta_n, \gamma_n$; par l'intersection de C_1 et C_2 je mène un cercle D_3, normal au cercle fondamental et à γ_3; par l'intersection de C_3 et de D_3 je mène D_4, normal au cercle fondamental et à γ_4, etc. : D_n *devra passer par α_n et se réduire, par conséquent, à* C_n. Je définis n fonctions de z par les équations

$$\frac{1}{z_i - \alpha_i} = \frac{1}{z - \alpha_i} + \frac{1}{\beta_i - \alpha_i} - \frac{1}{\beta_{i-1} - \alpha_i} \quad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Il existera une infinité de fonctions uniformes de z telles que

$$F(z) = F(z_1) = F(z_2) = \ldots = F(z_n), \quad \text{d'où} \quad F(\beta_1) = F(\beta_2) = \ldots = F(\beta_n).$$

» Toutes s'expriment rationnellement par une d'entre elles que j'appelle $F(z)$ et que j'achève de définir par les conditions

$$F(\alpha_1) = 0, \quad F(\alpha_2) = 1, \quad F(\alpha_3) = \infty.$$

» Cette fonction sera holomorphe à l'intérieur du cercle fondamental; elle ne pourra, à l'intérieur de ce cercle, devenir égale à aucun des nombres

(1) $$F(\alpha_1),\ F(\alpha_2),\ \ldots,\ F(\alpha_n),\ F(\beta_1).$$

» Si donc, dans une équation linéaire à coefficients rationnels en x n'ayant d'autres points singuliers que les nombres (1), on substitue $F(z)$ à la place de x, l'intégrale sera une fonction zétafuchsienne de z.

» $F(z)$ dépend de $2n - 3$ paramètres, à savoir les rapports anharmoniques de $\alpha_4, \alpha_5, \ldots, \alpha_n, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n$ par rapport à $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$; à cause de la condition énoncée plus haut, il reste $2n - 4$ paramètres indépendants. En exprimant que les parties réelles et imaginaires de

$$F(\alpha_4),\ F(\alpha_5),\ \ldots,\ F(\alpha_n),\ F(\beta_1)$$

ont des valeurs données, on a $2n - 4$ équations qui déterminent ces $2n - 4$ paramètres.

» *Si j'arrive à démontrer que ces équations ont toujours une solution réelle,*

j'aurai montré que toutes les équations linéaires à coefficients algébriques s'intègrent par les transcendantes fuchsiennes et zétafuchsiennes.

» Je voudrais donner quelques éclaircissements sur ma précédente Communication. J'y parle de la fonction $F(z)$ quand tous les λ sont nuls: j'entends la limite de $F(z)$ quand tous les λ tendent vers o. J'ai dit que les quantités $F(\alpha_1)$, $F(\alpha_2)$, ..., $F(\alpha_{n+1})$ peuvent prendre des valeurs réelles quelconques : cela n'est vrai que quand tous les λ sont nuls.

» Une dernière remarque : j'ai fait voir que les coordonnées d'un point d'une infinité de courbes algébriques s'expriment par des fonctions fuchsiennes d'un même paramètre (de même que les coordonnées d'un point d'une courbe de genre o s'expriment par des fonctions rationnelles et celles d'un point d'une courbe de genre 1 par des fonctions elliptiques): parmi les courbes qui jouissent de cette propriété, il y en a de tous les genres possibles; mais je ne sais pas encore si cette propriété appartient à une courbe algébrique quelconque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Relations algébriques entre les sinus supérieurs d'un même ordre.* Note de M. **Rouyaux**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Avec M. Yvon Villarceau, je désignerai par $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{n-1}$ les n sinus du $n^{\text{ième}}$ ordre [1]; quand il y aura lieu de distinguer les sinus hyperboliques des sinus elliptiques, les premiers seront désignés par la lettre $\mathfrak{f}$ et les seconds par la lettre f. Je prends pour définition des sinus d'ordre n les formules

$$\begin{aligned}
\varphi_0 &= e^{x\alpha_1} + e^{x\alpha_2} + \ldots + e^{x\alpha_j} + \ldots + e^{x\alpha_k} + \ldots + e^{x\alpha_n},\\
\pm\varphi_1 &= \alpha_1^{n-1} e^{x\alpha_1} + \ldots + \alpha_j^{n-1} e^{x\alpha_j} + \ldots + \alpha_k^{n-1} e^{x\alpha_k} + \ldots + \alpha_n^{n-1} e^{x\alpha_n},\\
\pm\varphi_2 &= \alpha_1^{n-2} e^{x\alpha_1} + \ldots + \alpha_j^{n-2} e^{x\alpha_j} + \ldots + \alpha_k^{n-2} e^{x\alpha_k} + \ldots + \alpha_n^{n-1} e^{x\alpha_n},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\pm\varphi_{n-1} &= \alpha_1 e^{x\alpha_1} + \ldots + \alpha_j e^{x\alpha_j} + \ldots + \alpha_k e^{x\alpha_k} + \ldots + \alpha_n e^{x\alpha_n},
\end{aligned}$$

dans lesquelles les signes supérieurs des premiers membres répondent aux sinus hyperboliques, les signes inférieurs répondant aux sinus elliptiques, et, dans les seconds membres, $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_j, \ldots, \alpha_k, \ldots, \alpha_n$ désignent les racines de $r^n \pm 1 = 0$, suivant qu'il s'agit du genre hyperbolique ou elliptique. Multiplions la première équation par α_j^n, la deuxième par α_j, la troi-

---

(1) M. Rouyaux augmente d'une unité les ordres adoptés par ses prédécesseurs. (Y. V.)

sième par α_j^2, etc., et ajoutons, après avoir divisé par n; il vient

$$\varphi_0 \alpha_j^n \pm \varphi_1 \alpha_j^1 \pm \varphi_2 \alpha_j^2 \pm \ldots \pm \varphi_{n-1} \alpha_j^{n-1}$$
$$= \pm e^{x\alpha_j} + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{k=n} e^{x\alpha_k}(\alpha_j^n + \alpha_j^1 \alpha_k^{n-1} + \alpha_j^2 \alpha_k^{n-2} + \ldots + \alpha_j^{n-1} \alpha_k).$$

» En se fondant sur les propriétés bien connues des racines des équations $r^n \pm 1 = 0$, on reconnaît facilement que, dans le second membre, le facteur entre parenthèses est nul; en remplaçant enfin α_j^n par ± 1, on trouve la relation

$$(1) \qquad \varphi_0 + \varphi_1 \alpha_j + \varphi_2 \alpha_j^2 + \varphi_3 \alpha_j^3 + \ldots + \varphi_{n-1} \alpha_j^{n-1} = e^{x\alpha_j},$$

qui est capitale, et va nous donner facilement toutes les relations algébriques que nous avons en vue.

» Tout d'abord donnons à l'indice j les n valeurs $1, 2, 3, \ldots, n$, et multiplions membre à membre les équations obtenues ainsi; on trouve

$$(\mathrm{A}) \quad \prod_{j=1}^{j=n} (\varphi_0 + \varphi_1 \alpha_j + \varphi_2 \alpha_j^2 + \ldots + \varphi_{n-1} \alpha_j^{n-1}) = \prod_{j=1}^{j=n} e^{x\alpha_j} = e^{x\Sigma\alpha_j} = e^0 = 1,$$

ce qui est une relation algébrique applicable, quel que soit l'ordre n, et qui, dans le cas où n est un nombre premier, est une relation irréductible, et la seule d'ailleurs que nous ayons pu trouver. En vertu d'une propriété du déterminant, quand les α_j sont les racines de $r^n - 1 = 0$ et que par conséquent les fonctions φ sont les sinus hyperboliques, la relation (A) peut se mettre sous la forme (A′) ci-dessous; quand les α_j sont les racines de $r^n + 1 = 0$ et que n est impair, on a α_j, racine de $r^n + 1 = 0$, égal à $-\alpha_j$, racine de $r^n - 1 = 0$, et la relation peut prendre la forme (A″) ci-dessous :

$$(\mathrm{A}') \qquad \begin{vmatrix} f_0 & f_1 & f_2 & \cdots & f_{n-1} \\ f_{n-1} & f_0 & f_1 & \cdots & f_{n-2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ f_1 & f_2 & f_3 & \cdots & f_0 \end{vmatrix} = 1,$$

$$(\mathrm{A}'') \qquad \begin{vmatrix} f_0 & -f_1 & f_2 & -f_3 & \cdots & -f_{n-1} \\ -f_{n-1} & f_0 & -f_1 & f_2 & \cdots & +f_{n-2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ -f_1 & f_2 & -f_3 & \cdots & \cdots & f_0 \end{vmatrix} = 1.$$

» Quand l'ordre n n'est pas un nombre premier, il existe d'autres re-

lations algébriques dont celles-ci ne sont alors que des conséquences. Nous allons chercher ces relations.

» *n non premier et pair; $n = 2m$.* — Dans ce cas, les quantités α_j sont deux à deux égales et de signes contraires, et la relation fondamentale (1), à chacun des $\frac{n}{2}$ groupes de ces racines opposées, donne

$$\varphi_0 + \varphi_1 \alpha_j + \varphi_2 \alpha_j^2 + \varphi_3 \alpha_j^3 + \ldots + \varphi_{n-1} \alpha_j^{n-1} = e^{x\alpha_j},$$
$$\varphi_0 - \varphi_1 \alpha_j + \varphi_2 \alpha_j^2 - \varphi_3 \alpha_j^3 + \ldots - \varphi_{n-1} \alpha_j^{n-1} = e^{-x\alpha_j},$$

d'où l'on tire, en multipliant,

$$\text{(B)} \quad \left\{ \begin{array}{l} (\varphi_0 + \varphi_2 \alpha_j^2 + \varphi_4 \alpha_j^4 + \ldots + \varphi_{n-2} \alpha_j^{n-2})^2 \\ \quad - \alpha_j^2 (\varphi_1 + \varphi_3 \alpha_j^2 + \varphi_5 \alpha_j^4 + \ldots + \varphi_{n-1} \alpha_j^{n-2})^2 = 1, \end{array} \right.$$

ce qui fournit $\frac{n}{2}$ relations algébriques en donnant à α_j les valeurs des racines distinctes de $r^n \pm 1 = 0$.

» La relation (A) résulterait manifestement, dans ce cas, de la multiplication des $\frac{n}{2}$ relations (B) les unes par les autres.

» *n non premier et non pair; $n = pqr\ldots$.* — Supposons n décomposé en ses facteurs premiers p, q, r, que cette fois nous supposons tous impairs. Si β_j désigne une quelconque des racines de $r^p - 1 = 0$ ou $r^p + 1 = 0$, cette quantité est aussi racine de $r^{pqr} - 1 = 0$ ou $r^{pqr} + 1 = 0$; par conséquent, on peut lui appliquer la relation (1), qui, en tenant compte des relations

$$\left. \begin{array}{l} \beta_j^p = \beta_j^{2p} = \beta_j^{3p} = \ldots = 1 \\ \beta_j^{p+1} = \beta_j^{2p+1} = \beta_j^{3p+1} = \ldots = \beta_j \\ \beta_j^{p+2} = \beta_j^{2p+2} = \ldots\ldots\ldots\ldots = \beta_j^2 \end{array} \right\} (\beta_j, \text{ racine de } r^n - 1 = 0),$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_j^p = \beta_j^{3p} = \beta_j^{5p} = \ldots = -1 \\ \beta_j^{2p} = \beta_j^{4p} = \beta_j^{6p} = \ldots = +1 \\ \beta_j^{p+1} = \beta_j^{3p+1} = \beta_j^{5p+1} = \ldots = -\beta_j \end{array} \right\} (\beta_j, \text{ racine de } r^n + 1 = 0),$$

devient

$$(\varphi_0 \pm \varphi_p + \varphi_{2p} \pm \varphi_{3p} + \ldots) + \beta_j(\varphi_1 \pm \varphi_{p+1} + \varphi_{2p+1} \pm \ldots)$$
$$+ \beta_j^2 (\varphi_2 \pm \varphi_{p+2} + \varphi_{2p+2} \pm \ldots) + \ldots = e^{x\beta_j},$$

puis, en donnant à j l'indice 1, 2, 3, ..., p et en faisant le produit,

$$\text{(C)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \prod_{p=1}^{p=n} (\varphi_0 \pm \varphi_p + \varphi_{2p} \pm \ldots) \\ \quad + \beta_j(\varphi_1 \pm \varphi_{p+1} + \varphi_{2p+1}) + \beta_j^2(\varphi_2 \pm \varphi_{p+2} + \varphi_{2p+2} \pm \ldots) = 1, \end{array} \right.$$

qui, p étant impair, se met sous la forme de l'un ou l'autre des déterminants ci-dessous :

$$(\mathrm{C}')\quad \begin{vmatrix} \mathfrak{f}_0+\mathfrak{f}_p+\mathfrak{f}_{2p}+\ldots & \mathfrak{f}_1+\mathfrak{f}_{p+1}+\mathfrak{f}_{2p+1}+\ldots & \mathfrak{f}_2+\mathfrak{f}_{p+2}+\mathfrak{f}_{2p+2}+\ldots & \ldots & \mathfrak{f}_{p-1}+\mathfrak{f}_{2p-1}+\mathfrak{f}_{3p-1}+\ldots \\ \mathfrak{f}_{p-1}+\mathfrak{f}_{2p-1}+\mathfrak{f}_{3p-1}+\ldots & \mathfrak{f}_0+\mathfrak{f}_p+\mathfrak{f}_{2p}+\ldots & \mathfrak{f}_1+\mathfrak{f}_{p+1}+\mathfrak{f}_{2p+1}+\ldots & \ldots & \mathfrak{f}_{p-2}+\mathfrak{f}_{2p-2}+\ldots \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ \mathfrak{f}_1+\mathfrak{f}_{p+1}+\mathfrak{f}_{2p+1}+\ldots & \mathfrak{f}_2+\mathfrak{f}_{p+2}+\mathfrak{f}_{2p+2} & \ldots\ldots & \ldots & \mathfrak{f}_0+\mathfrak{f}_p+\mathfrak{f}_{2p}+\ldots \end{vmatrix} = 1,$$

$$(\mathrm{C}'')\quad \begin{vmatrix} +(f_0-f_p+f_{2p}-\ldots) & -(f_1-f_{p+1}+f_{2p+1}) & +(f_2-f_{p+2}+f_{2p+2}-\ldots) & -(\ldots) & +(\ldots) \\ -(f_{p-1}-f_{2p-1}+f_{3p-1}-\ldots) & +(f_0-f_p+f_{2p}) & -(f_1-f_{p+1}+f_{2p+1}-\ldots) & +(\ldots) & -(\ldots) \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots \\ -(f_1-f_{p+1}+f_{2p+1}) & +(f_2-f_{p+2}+f_{2p+2}) & -(\ldots\ldots) & +(\ldots) & -(f_0-f_p+f_{2p}-\ldots) \end{vmatrix} = 1.$$

» On obtiendrait évidemment des relations analogues en changeant p en q ou bien en r. Telles sont les trois espèces (A, B, C) de relations algébriques liant entre eux les sinus supérieurs d'un même ordre; elles ont été établies en partant des expressions des sinus supérieurs au moyen des exponentielles de la variable indépendante x. Les relations trouvées sont donc générales. L'espace nous manque pour en développer ici les applications aux sinus des divers ordres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les sinus d'ordres supérieurs.* Note de M. E. West, présentée par M. Yvon Villarceau.

« L'objet de la présente Note est de faire connaître quelques nouvelles propriétés des sinus des ordres supérieurs; les applications que j'en ai faites seront développées ultérieurement.

» Dans un travail présenté à l'Académie le 18 octobre 1880 et inséré dans les *Comptes rendus*, j'ai indiqué très rapidement comment on pourrait obtenir l'expression de la somme de plusieurs arguments.

» Soient $x_1, x_2, \ldots, x_\nu$ des quantités indépendantes et ρ une racine de l'équation

$$(1)\qquad \rho^m = (-1)^n,$$

n étant un nombre entier pair ou impair, selon que le genre des sinus est hyperbolique ou elliptique; on a

$$e^{\rho(x_1+x_2+\ldots+x_\nu)} = e^{\rho x_1}.e^{\rho x_2}\ldots e^{\rho x_\nu}.$$

Puis, substituant aux exponentielles les sinus d'ordre $m-1$, d'après l'expression fondamentale donnée par M. Yvon Villarceau dans son Mémoire

sur les sinus [*Comptes rendus* des 13, 20 et 27 mai 1878, formule (8)], on obtiendrait sans difficulté l'un des sinus de la somme des arguments.

» Sans m'arrêter à cette expression ou à celle d'un multiple d'un argument qui pourrait prendre alors une forme différente, je vais indiquer une autre propriété importante des sinus. Soient $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_m$ les m racines de l'équation (1), on a

$$e^{x(\rho_1+\rho_2+\ldots+\rho_m)} = e^{x\rho_1}.e^{x\rho_2}\ldots e^{x\rho_m}. \tag{2}$$

La formule de M. Yvon Villarceau déjà citée peut s'écrire

$$e^{\rho x} = \varphi_0 x + \rho\varphi_1 x + \rho^2\varphi_2 x + \ldots + \rho^{m-1}\varphi_{m-1} x,$$

ou encore, en faisant varier l'indice μ de 0 à $m-1$,

$$e^{\rho x} = \sum \rho^\mu \varphi_\mu x; \tag{3}$$

$\varphi_0 x$ est le cosinus et $\varphi_1 x$, $\varphi_2 x$, ... sont les $m-1$ sinus.

» En substituant l'expression (3) de l'exponentielle dans l'égalité (2), on obtient

$$1 = \sum \rho_1^\mu \varphi_\mu x \sum \rho_2^\mu \varphi_\mu x \ldots \sum \rho_m^\mu \varphi_\mu x.$$

» Pour effectuer le produit du second membre, je me servirai de sommes particulières que Waring a employées autrefois dans le Calcul des fonctions symétriques; ces sommes ont une grande importance; je les noterai par la caractéristique Agr, abréviation d'*agrégat*, comme je l'ai déjà fait. Donc, en désignant par $k_0, k_1, \ldots, k_{m-1}$ des indices de sinus, le produit en question sera la somme de quantités telles que

$$\rho_1^{k_0}\varphi_{k_0} x . \rho_2^{k_1}\varphi_{k_1} x \ldots \rho_m^{k_{m-1}}\varphi_{k_{m-1}} x;$$

les indices k varieront ensemble ou séparément de 0 à $m-1$. L'égalité cherchée pourra donc s'écrire

$$1 = \text{Agr}\left(\varphi_{k_0} x . \varphi_{k_1} x \ldots \varphi_{k_{m-1}} x \sum \rho_1^{k_0} \rho_2^{k_1} \ldots \rho_m^{k_{m-1}}\right). \tag{4}$$

» Il reste à évaluer la fonction symétrique des racines de l'unité qui figure ici. On sait qu'elle est nulle si la somme des exposants n'est pas un multiple de m; par suite, il faut ajouter à l'expression (4), comme condition relative aux indices k,

$$k_0 + k_1 + \ldots + k_m = hm, \tag{5}$$

h étant un nombre entier positif. Cette fonction symétrique des racines de l'unité revenant constamment dans la théorie des sinus, il convient d'en donner la valeur générale, que l'on pourrait trouver de diverses manières :

$$(6)\quad \sum \rho_1^{k_0}\rho_2^{k_1}\ldots\rho_m^{k_{m-1}} = \frac{1}{1^{q_1|1}.1^{q_2|1}\ldots}\,\mathrm{Agr}\left[(-1)^{m-l+hn}\,m^l\,(1^{1|1})^{\lambda_2}(1^{1|2})^{\lambda_3}\ldots(1^{m-1|1})^{\lambda_m}\mathrm{N}\right],$$

avec les conditions

$$(7)\quad \begin{cases} k_0 + k_1 + \ldots + k_m = hm, \\ \lambda_1 + 2\lambda_2 + \ldots + m\lambda_m = m, \\ \lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_m = l. \end{cases}$$

» Dans ces relations, q_1 est le nombre des exposants k qui sont égaux à l'un d'eux, q_2 est le nombre de ceux qui sont égaux à un second d'entre eux, et ainsi de suite. N est un coefficient numérique égal au nombre de fois que la quantité $m^l(-1)^{hn}$ se trouve répétée; le nombre N dépend de conditions arithmétiques en vertu desquelles les sommes des puissances semblables des racines de l'unité sont $m^l(-1)^{hn}$ ou o, suivant que cette somme dépend d'un exposant multiple de m ou non. Ces conditions exigent que la somme des exposants k puisse être partagée en groupes de λ_1, λ_2, ... exposants, chacun de ces groupes étant assujetti à ce que la somme des exposants y soit un multiple de m.

» Les expressions (4) et (6), avec les conditions (7), permettent d'obtenir les formules suivantes :

» *Premier ordre*,

$$1 = \varphi_0^2 x - (-1)^n \varphi_1^2 x;$$

» *Deuxième ordre*,

$$1 = \varphi_0^3 x + (-1)^n \varphi_1^3 x - 3(-1)^n \varphi_0 x . \varphi_1 x . \varphi_2 x + (-1)^{2n} \varphi_2^3 x;$$

» *Troisième ordre*,

$$\begin{aligned} 1 = {} & \varphi_0^4 x - (-1)^n \varphi_1^4 x - 2(-1)^n \varphi_2^2 x - 4(-1)^n \varphi_1 x . \varphi_3 x \\ & + 4(-1)^n \varphi_1^2 x . \varphi_2 x + (-1)^{2n} \varphi_2^4 x + 4(-1)^{2n} \varphi_2 x . \varphi_3^2 x \\ & + 2(-1)^{2n} \varphi_1^2 x . \varphi_3^2 x - 4(-1)^{2n} \varphi_1 x . \varphi_2^2 x . \varphi_3 x - (-1)^{3n} \varphi_3^4 x. \text{ »} \end{aligned}$$

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur les spectres phosphorescents discontinus observés dans le vide presque parfait.* Note de M. **W. Crookes**. (Extrait.)

« M. Crookes étudie les spectres phosphorescents discontinus obtenus dans le vide le plus parfait avec un grand nombre de substances; il constate :

» 1° Que l'alumine précipitée de l'alun par l'ammoniaque se comporte

comme le rubis, donnant une lumière cramoisie et le spectre observé par M. Becquerel.

» L'alumine ainsi obtenue et souvent exposée aux actions électriques prend peu à peu une teinte rosée permanente et présente des indices de cristallisation, résultant de mouvements moléculaires souvent répétés.

» Dans quelques cas, l'alumine brille d'une lumière verte. Telle est la portion de cette terre qui, dans sa précipitation par l'ammoniaque de son sulfate, se sépare seulement par l'ébullition. Telle est aussi celle qui est précipitée de l'acétate. M. Crookes a même rencontré un cristal de rubis dont la phosphorescence est verte.

» L'auteur passe en revue les oxydes métalliques et constate, pour chacun d'eux, la nature des teintes et les accidents variés auxquels leur phosphorescence donne lieu.

» La phosphorescence de la glucine est bleue; celle de la zircone, vert bleuâtre pâle très brillante; celle de l'yttria, verdâtre terne; celle de l'erbine, jaunâtre; celle de l'acide titanique, brun foncé; celle de la magnésie, rose; celle de la baryte hydratée, jaune orangé vif; celle de la strontiane hydratée, d'un beau bleu; celle de la chaux, jaune orangé vif; celle de la potasse, bleu faible; celle de la soude, jaune; celle de la lithine, rouge faible.

» Les diamants ont une très vive phosphorescence, généralement bleue; mais ceux de la plus belle eau ne sont pas les plus remarquables à cet égard. Les diamants qui, à la lumière solaire, manifestent une légère fluorescence disparaissant par l'interposition d'un verre jaune, ont généralement une phosphorescence plus vive; elle est d'un vert jaunâtre pâle.

» Plusieurs substances semblent dépourvues de phosphorescence; telles sont l'oxyde de didyme, l'acide stannique, les oxydes de fer, de chrome, de cérium, la baryte anhydre, la thorine.

» L'auteur fait remarquer que la thorine possède un pouvoir d'absorption pour les gaz supérieur à celui de tous les autres corps absorbants. Chauffée dans un tube où l'on fait le vide, elle y crée, en se refroidissant, un vide tel que l'étincelle capable de franchir $0^m,050$ dans l'air ne peut pas traverser $0^m,001$ dans l'espace ainsi raréfié. Il existe, dans presque toutes les substances essayées, une phosphorescence rémanente qui persiste plus ou moins après que l'électricité a cessé d'agir. Le carbonate de chaux cristallisé possède au plus haut degré ce pouvoir rémanent. D'ailleurs, le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire du spath d'Islande phosphorescent ont des lumières de polarisation contraires.

» Enfin, M. Crookes annonce que ses études l'ont conduit à découvrir des traces de corps nouveaux qu'il croit pouvoir signaler comme des indices certains de l'existence de métaux inconnus qu'il s'occupe à isoler. »

M. Edm. Becquerel rappelle, à propos de la Communication de M. Crookes, qu'il a étudié avec détail, au spectroscope, la composition de la lumière émise par les corps phosphorescents placés dans le phosphoroscope, et notamment par l'alumine naturelle ou artificielle, ainsi que par beaucoup de minéraux; qu'il a déjà signalé un grand nombre des faits observés par M. Crookes dans des tubes vides, et qu'il a montré le parti que l'on pouvait tirer de l'analyse spectrale de la lumière de phosphorescence pour la recherche de la nature et de l'état physique des différents corps ([1]).

Il rappelle également qu'il a fait usage le premier, dès 1857 ([2]), du mode d'excitation des corps phosphorescents qui consiste à renfermer ces corps dans des tubes vides ou à gaz très raréfié, traversés par des décharges électriques, méthode qui donne une émission de lumière de même composition que celle observée quand les corps sont excités par des rayons lumineux dans le phosphoroscope; mais il a reconnu que par ce moyen, dans certains cas, l'élévation de température des substances exposées aux décharges électriques, ainsi que la lumière électrique elle-même quand ces décharges passent à la surface des corps, compliquent l'effet observé.

En rendant les corps phosphorescents au moyen des rayons solaires d'une réfrangibilité déterminée et en les plaçant pour cela dans un phosphoroscope, il a éliminé toute émission de lumière étrangère à l'action phosphorescente propre du corps.

PHYSIQUE. — *Nouvel interrupteur pour les bobines d'induction.* Note de M. M. Deprez.

« Je lis dans une Note de M. Ducretet, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 23 mai, la description d'une modification apportée à l'interrupteur des bobines d'induction. Or cette modification n'est qu'une forme de celle que j'ai réalisée il y a près d'un an, et qui a été présentée, il y a quelque temps déjà, à la Société de Physique. Je crois devoir, en rap-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVII, p. 40; 1859. — Ed. Becquerel *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 334 et suiv. Paris, 1867.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 92; 1857. — *La lumière*, t. I, p. 329 et suiv.

pelant ce fait, retracer brièvement les considérations qui m'ont conduit à modifier l'interrupteur.

» J'ai démontré expérimentalement que, lorsqu'on ferme le courant inducteur qui circule dans le gros fil d'une bobine d'induction, l'aimantation du faisceau de fer doux n'est pas instantanée; cela est dû à ce que l'aimantation, étant croissante, développe dans le circuit de la pile un courant inverse, ou, pour parler plus exactement, une force électromotrice inverse, qui est proportionnelle à la dérivée de l'aimantation. A partir du moment où l'aimantation a atteint sa valeur limite, la période variable dont je viens de parler prend fin, et le courant est régi simplement par la loi de Ohm; par suite, une fermeture plus prolongée du courant n'aurait aucune utilité. On en conclut qu'il faut rompre le courant inducteur dès que l'aimantation a atteint sa valeur maxima, et le rétablir immédiatement après, puisque l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où le courant est rompu et celui où l'étincelle éclate est inappréciable.

» J'ai rempli toutes ces conditions en donnant à l'interrupteur dont je parlais plus haut la disposition suivante : une lame de fer doux, de forme rectangulaire et d'une longueur suffisante pour qu'elle puisse se polariser énergiquement, a l'une de ses extrémités tout près du faisceau de la bobine; l'autre extrémité est sollicitée par un ressort à boudin dont on peut varier la tension arbitrairement, tandis que le milieu est mobile autour d'un pivot qui sert à amener le courant; enfin la rupture est produite par une vis platinée, supportée par une pièce rigide, et qui s'appuie contre l'extrémité de la lame de fer située en face du faisceau.

» Si l'on donne au ressort à boudin une tension très voisine de celle qu représente l'attraction exercée par le faisceau sur la lame de fer lorsque le courant a atteint sa valeur définitive, la rupture ne pourra avoir lieu que lorsque l'aimantation sera arrivée tout près de son intensité maxima. Le courant induit, et par suite l'étincelle qui en est la conséquence, aura donc la plus grande intensité possible. D'autre part, en raison de la rigidité des supports de la lame et de la vis qui amène le courant, la rupture de ce dernier sera produite par un déplacement infiniment petit de la lame, d'où il suit que le nombre des étincelles produites dans l'unité de temps sera le plus grand possible.

» L'interrupteur ainsi modifié change complètement l'aspect de l'étincelle, qui ressemble alors à une véritable veine fluide, sans que sa longueur soit moindre qu'avec l'interrupteur ordinaire. Les bobines qui en sont munies donnent un nombre d'étincelles beaucoup plus grand, et leur rendement en est par suite considérablement augmenté.

» Ces considérations montrent que l'élasticité que l'on donne habituellement aux organes de l'interrupteur ordinaire et l'amplitude du mouvement qui en est la conséquence sont nuisibles aux effets que l'on se propose d'obtenir. Elles font comprendre comment l'interrupteur décrit dans la Note de M. Ducretet n'est qu'un dérivé de celui dont je viens de dire quelques mots et avec lequel j'ai pu réaliser des expériences nouvelles, que j'aurai bientôt l'honneur de soumettre à l'Académie. »

CHALEUR SOLAIRE. — *Sur le miroir conique. Réponse à une Communication de M.* Pifre [1]. Mémoire de M. **Mouchot**. (Extrait par l'auteur.)

« Vers 1794, Robert présentait à l'Institut, en vue de fondre les métaux et minerais, un miroir à facettes mobiles, dont les zones, ne superposant qu'en partie leurs foyers respectifs, donnaient un foyer résultant trop long. A ces zones polyédriques, M. Pifre a substitué des zones tronconiques, sans essayer de corriger le défaut capital du miroir de Robert.

» J'indique un miroir à génératrice brisée supérieur aux précédents, puisqu'il a même foyer que chacune de ses zones; puis, je prouve qu'à égalité de surface d'insolation et de foyer le miroir tronconique normal l'emporte de tous points sur ce dernier; c'est-à-dire qu'il est plus puissant, plus léger, plus facile à construire et à gouverner; qu'il chauffe davantage le pied de la chaudière et que seul il se prête à d'importantes combinaisons.

» Des observations faites par M. Violle et par moi dans le Sud algérien, M. Pifre croit pouvoir conclure que le rendement du miroir tronconique normal est, non de 75, mais de 50 pour 100. Il oublie que la chaudière solaire ayant, comme l'actinomètre de Pouillet, sa surface de chauffe en contact avec l'eau, n'a rien de commun avec l'actinomètre absolu de M. Violle, et que d'ailleurs, au soleil de Laghouat et de Biskra, tout miroir s'échauffe au point de perdre sensiblement de sa force, à moins d'être argenté sur ses deux faces, comme je l'ai reconnu plus tard. Quant à l'utilisation de $12^{cal},12$ par minute et par mètre carré que M. Pifre croit avoir obtenue à Montsouris, je me borne à rappeler que, d'après les données les plus certaines de la Science, le maximum utilisable à Paris, dans ces conditions, n'atteint pas 11^{cal}.

» Après le récepteur de Tours, je n'ai fait construire à ma guise que

(1) *Comptes rendus*, séance du 16 août 1880.

celui d'Alger, qui, grâce à sa chaudière, m'a valu l'honneur de résoudre entièrement, en 1879, la question de la force motrice.

» Si je rappelle ce fait, c'est que M. Pifre, se bornant à parler de mon premier essai, ne dit pas que la chaudière de son récepteur de Paris, si différente de celles qu'il présentait en 1879 à l'Exposition de Bône, est la reproduction de ma chaudière d'Alger. Je crois d'ailleurs qu'il a tort de supprimer dans cette dernière la disposition interne ayant pour effet de favoriser la conductibilité du cuivre; car c'est là, d'après Péclet, un moyen d'activer la production de vapeur, par unité de surface de chauffe et de temps, bien autrement efficace que l'abaissement de la zone de chauffage.

» Enfin, j'ai prouvé, dans mon Mémoire du 24 mai 1880, que le mouvement parallactique bien compris n'offre aucun des inconvénients qu'on lui prête, et que, parmi de nombreux avantages, il présente celui d'assurer l'orientation automatique des appareils solaires de manière à dispenser de toute surveillance, sinon la machine à vapeur, du moins la machine à air chaud, appelée dans un avenir prochain à jouer le double rôle de moteur silencieux et de ventilateur. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Discussion de la théorie des trois sensations colorées fondamentales. Caractères distinctifs de ces couleurs.* Note de M. **A. Rosenstiehl.**

« La notion des trois sensations colorées fondamentales est née de l'étude des propriétés de l'œil incomplètement organisé au point de vue de la perception des couleurs.

» La théorie qui sert de lien aux phénomènes observés conduit à une hypothèse sur la structure de l'œil normal.

» Mais depuis les expériences de Maxwell ([1]) sur le spectre solaire, qui remontent à plus de vingt ans, ce sujet n'a plus été l'objet d'aucune recherche, la méthode expérimentale pour étudier les lois de la vision des couleurs sur l'œil normal faisant défaut. En déterminant à l'aide des disques tournants la répartition des couleurs complémentaires dans un cercle chromatique, je crois avoir comblé cette lacune. La position des trois couleurs correspondant aux sensations fondamentales d'Young a été établie par là avec bien plus de précision qu'on n'a pu le faire jusqu'à présent. La théorie d'Young recevant de ce fait un appui qui la fait sortir du domaine de

([1]) *Proceedings of the Royal Society of London*, vol. X, p. 404-409 (1860).

l'hypothèse, il m'a paru utile d'en discuter les conséquences et de désigner celles qui sont susceptibles d'une vérification expérimentale exacte. Il résultera de cette discussion, d'une part, que certaines propriétés attribuées aux couleurs primaires ne leur appartiennent pas exclusivement, et, d'autre part, que leur vrai caractère distinctif n'a pas encore été énoncé.

» Les couleurs primaires, c'est-à-dire celles qui correspondent aux sensations fondamentales, possèdent, par leur définition même, les propriétés suivantes :

» 1° *Par leur mélange deux à deux elles produisent toutes les couleurs perceptibles pour notre œil.*

» Cette propriété appartient à toutes les couleurs qui ne sont pas complémentaires ; mais il se produira en même temps la sensation du blanc, de sorte qu'il faut ajouter la condition suivante, qui est limitative :

» *Elles produisent en même temps la sensation du blanc à un degré moindre que les autres couleurs.*

» Je me suis déjà servi indirectement de ce caractère (¹) très important. Mais sa vérification expérimentale présente de grandes difficultés pratiques, parce que la mesure de la quantité de lumière blanche émise par une surface colorée ne peut être faite avec précision. Il faudrait exécuter un cercle chromatique dont toutes les couleurs fussent d'égale intensité et émissent à éclairage égal la même quantité de lumière blanche.

» Le cercle avec lequel j'ai opéré ne possède pas ces qualités, et j'ai renoncé à entrer dans cette voie, la difficulté pouvant d'ailleurs être aisément tournée.

» 2° *La sensation du blanc pur résulte de l'excitation égale des trois sensations fondamentales.*

» Chacune de ces couleurs a pour complément le mélange des deux autres à égale intensité.

» La construction graphique qui représente l'ensemble des couleurs perceptibles reçoit habituellement la forme d'un triangle équilatéral dont les sommets sont occupés par les couleurs primaires. La complémentaire correspondante, qui est toujours une couleur binaire, est placée au milieu du côté opposé; toutes les autres couleurs binaires trouvent de même leur place sur les côtés du triangle, de telle sorte que les deux complémentaires sont situées aux deux extrémités d'une droite passant par le point d'intersection des médianes.

(¹) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 357.

» Les propriétés que je viens d'énoncer et les conséquences que je viens d'énumérer et qui sont admises ne sont pas caractéristiques des couleurs primaires. Elles appartiennent à une infinité de couleurs, à la condition toutefois de les choisir suivant une certaine règle.

» J'appelle *triade* un ensemble de trois couleurs possédant cette propriété. Dans le triangle équilatéral décrit ci-dessus, *les triades secondaires seront représentées par tous les triangles équilatéraux que l'on pourra y inscrire.*

» Le plus petit de ces triangles est celui formé par la triade des complémentaires des couleurs primaires. A chaque triade secondaire correspond de même une triade composée des couleurs complémentaires, et, comme on peut les choisir aussi rapprochées que l'on veut, il n'y a réellement pas de limite à leur nombre.

» La distribution des couleurs complémentaires dans une triade est susceptible d'une vérification expérimentale et j'aurai l'occasion d'y revenir.

» Comme corollaire, il convient d'ajouter que trois couleurs qui ne font pas partie d'une triade peuvent encore par leur mélange produire la sensation du blanc, mais cette sensation ne résulte plus de leur mélange en quantités égales. Il s'ensuit que leurs compléments ne sont plus alors, dans la construction graphique, situés au milieu du côté opposé.

» Ce point a été, comme le précédent, vérifié expérimentalement.

» J'arrive maintenant à un caractère essentiel. Si dans un triangle équilatéral on joint chaque sommet au milieu du côté opposé, il se trouvera divisé en six triangles rectangles égaux. Les couleurs comprises dans deux de ces triangles opposés par le sommet sont réciproquement complémentaires.

» Étant donnée la distance b d'une couleur binaire au sommet du triangle équilatéral, la position de la couleur complémentaire sera donnée par la distance x qui la sépare du sommet correspondant, laquelle est représentée par

$$x = c\,\frac{\sin\alpha}{\sin(30^\circ + \alpha)},$$

formule dans laquelle c est une constante et α l'angle formé par la droite joignant les deux couleurs complémentaires avec la ligne médiane correspondante; α est d'ailleurs tiré de l'équation $b = c\tan\alpha$. La discussion de cette équation montre que, dès que α dépasse 45°, b croît bien plus rapidement que x. Il en résulte que les couleurs placées dans le voisinage d'un sommet occuperont dans la construction un espace plus grand que leurs

complémentaires, qui se trouvent toutes réunies vers le milieu du côté opposé.

» *C'est-à-dire que les couleurs situées de part et d'autre d'une couleur primaire, et qui sont équidistantes à la vue, ont leurs complémentaires tellement rapprochées entre elles, qu'il devient difficile de distinguer celles qui sont consécutives.*

» Ce caractère remarquable est celui qui constitue la propriété fondamentale de la triade primaire. C'est ce phénomène qui a attiré mon attention quand j'ai étudié la répartition des couleurs complémentaires dans un cercle chromatique. Il n'est donc plus à vérifier expérimentalement; grâce à lui, j'ai pu fixer la position des couleurs primaires entre des limites très étroites; et il ne me reste plus qu'à prouver que dans ces limites se trouvent trois couleurs qui possèdent les caractères d'une triade; c'est ce que je ferai prochainement, en montrant qu'elles obéissent à la loi des couleurs complémentaires ([1]) que j'ai formulée plus haut.

» Le cycle des démonstrations se trouvera dès lors fermé. Toutes les preuves synthétiques et analytiques auront été données et l'accord entre les résultats de l'expérience et celui du calcul sera tel, que la théorie de Young pourra être considérée comme établie sur des bases scientifiques solides. »

([1]) Von Bezold (*Poggendorff's Annalen*, t. CL, p. 71; 1873) croit avoir donné la loi mathématique des couleurs complémentaires. Il a pris comme point de départ expérimental l'étude de la répartition de ces couleurs complémentaires dans le spectre, faite par Helmholtz. Malheureusement, il n'a pas su éviter une confusion qui existe d'ailleurs dans tous les Traités spéciaux et que le langage usuel qui se rapporte aux couleurs rend si facile.

Il introduit dans son calcul deux données absolument hétérogènes. L'une est le nombre de vibrations qui représente une couleur, valeur d'ordre purement physique et indépendante des propriétés de notre œil; l'autre est la loi du mélange des couleurs, l'hypothèse de Young, la notion des couleurs complémentaires essentiellement physiologique, puisqu'elle dépend de la structure de l'œil et qu'elle varie selon que ce dernier est normalement constitué ou non; aussi les résultats obtenus par Von Bezold présentent-ils avec l'expérience des écarts sensibles; il attribue aux perturbations apportées par la fluorescence des milieux de l'œil le manque d'accord qu'il a dû constater.

Le nombre des vibrations dans le cas actuel ne peut avoir de sens que si l'on s'en sert comme d'un moyen de nomenclature des couleurs et non d'une valeur mathématique à introduire dans les calculs. Les couleurs choisies par Von Bezold comme primaires sont du reste très loin de posséder les propriétés des sensations fondamentales.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de serpolet.* Note de M. **P. Febve**, présentée par M. Berthelot.

« Cette Note a pour objet de faire connaître les résultats des recherches que j'ai entreprises sur l'essence de serpolet, qui, jusqu'à ce jour, ne paraît avoir été l'objet d'aucune étude suivie. J'ai examiné avec soin un échantillon très pur ([1]).

» Une première distillation a séparé le liquide en deux produits : l'un, incolore, bouillant entre 170° et 200°; l'autre, fortement coloré, entre 200° et 250°.

» Le premier, soumis à la distillation fractionnée, a passé presque entièrement entre 175° et 180°. Rectifié en présence du sodium, il accuse un point d'ébullition fixe (175°-177°).

» C'est un liquide incolore, doué d'une odeur de citron, ayant une densité 0,873 à 0° et un pouvoir rotatoire très faible. Sa densité de vapeur, déterminée à 192°,5 sous la pression 748^{mm}, a été trouvée égale à 4,78.

» La densité théorique d'un carbure $C^{20}H^{14}$ est 4,63.

Matière.	CO^2.	H^2O^2.
0,555	1,8205	0,5355

En centièmes :

		$C^{20}H^{14}$.
C.............................	89,46	89,5
H.............................	10,72	10,5

» L'acide sulfurique ordinaire n'attaque pas ce corps; l'acide de Nordhausen le dissout sans élévation de température et sans dégagement d'acide sulfureux; le liquide résultant est de couleur rouge et entièrement soluble dans l'eau.

» D'après ce qui précède, ce corps doit être considéré comme un cymène $C^{20}H^{14}$ renfermant probablement encore quelques traces d'un carbure camphénique ([2]).

» La seconde portion de l'essence renferme un produit oxygéné et des carbures à points d'ébullition élevés.

» On l'a d'abord traitée par la soude, qui fixe le composé oxygéné, puis

([1]) Cet échantillon avait figuré à l'Exposition universelle de 1878.

([2]) Ce serait à la présence de ce carbure camphénique qu'il faudrait attribuer la faible rotation observée sur le produit de plus en plus purifié $[\alpha]_j = +0°,9$.

reprise par l'éther, qui dissout les carbures. Le liquide aqueux contient le phénol à l'état de combinaison sodique. Pour l'isoler, on le traite par l'acide chlorhydrique étendu, puis on agite avec l'éther, qui abandonne le phénol à la distillation. Ce dernier, après plusieurs rectifications, fournit un corps bouillant régulièrement à 233°-235°.

» C'est un liquide incolore, huileux, d'une odeur piquante, rappelant celle de l'essence génératrice. Il ne se solidifie pas dans un mélange de sel et de glace. La densité de ce composé oxygéné, prise à 0°, est égale à 0,988.

	Matière.	CO^2.	H^2O^2.
I	0,480	1,4080	0,4395
II	0,435	1,276	0,4055

En centièmes :

	I.	II.	$C^{20}H^{14}O^2$.
C	80	80	80
H	10	10,33	9,4
O	10	9,70	10,6

» Ce corps est un thymol.

» Traité par le chlorure acétique, il donne l'éther acétique du thymol. C'est un liquide incolore, huileux, d'une odeur suave. Il bout à 244°-245°.

Matière.	CO^2.	H^2O^2.
0,4995	1,373	0,378

En centièmes :

		$C^{24}H^{16}O^4$.
C	74,97	75,00
H	8,40	8,33
O	16,63	16,66 [1] »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les microzymas géologiques; réponse à une récente Communication de MM.* Chamberland *et* Roux. Note de M. A. **Béchamp.**

« M. Pasteur a présenté à l'Académie, dans la séance du 16 de ce mois, une Note par laquelle MM. Chamberland et Roux nous apprennent que, sur l'invitation de M. Pasteur, ils ont institué des expériences dont le résultat les a portés à affirmer que les *Microzyma cretæ* n'existent pas.

» A ces expériences j'oppose les miennes : elles m'ont permis de des-

---

[1] Ce travail a été effectué au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon.

siner ces Microzymas et d'obtenir avec leur concours de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide lactique et de l'acide butyrique. Je ne veux pas, incidemment, discuter des résultats négatifs; j'aurai l'occasion de le faire lorsque je publierai l'ensemble des expériences auxquelles j'ai consacré les fonds que l'Académie m'a fait l'honneur de mettre à ma disposition pour l'étude des Microzymas géologiques. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un vanadate de plomb et de cuivre du Laurium.* Note de M. F. PISANI, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Les vanadates de plomb simples ou multiples sont assez nombreux, et l'on en a fait plusieurs espèces sous les noms de *vanadinite, dechenite, eusynchite, aræoxène, chiléite, descloizite, psittacinite, mottramite, tritochorite.* La vanadinite, qui cristallise dans le système hexagonal, est un vanadate de plomb simple, contenant du chlorure de plomb; la dechenite serait également un vanadate de plomb. Les autres vanadates contiennent toujours une certaine quantité de zinc ou de cuivre, quelquefois les deux à la fois. L'aræoxène contient en outre de l'acide arsénique.

» Parmi ces vanadates multiples, la descloizite seule cristallise assez nettement dans le système orthorhombique, en prismes surmontés d'un dôme et ayant l'apparence du mispickel; les autres sont en croûtes plus ou moins cristallines dont la forme est peu accusée.

» Pour les vanadates cuprifères, c'est la couleur brune ou le vert olive plus ou moins foncé qui domine, et leur poussière est d'un jaune citron ou jaune tirant sur le vert.

» Excepté pour la vanadinite, les rapports d'oxygène de tous ces vanadates ne conduisent jamais à une formule assez rigoureuse, tant à cause du mode de dosage de l'acide vanadique que de la présence de nombreuses impuretés provenant de la gangue dans la matière analysée. Il est donc possible que quelques-unes des espèces décrites dernièrement rentrent dans une de celles antérieurement connues.

» Parmi les minéraux du Laurium, localité célèbre par quelques espèces intéressantes qu'on y a rencontrées, je viens de trouver un vanadate de plomb cuprifère qui rentre dans la série énumérée plus haut. Le minéral se présente en croûtes plus ou moins cristallines, ou en enduits, souvent à structure mamelonnée, sur un quartz massif dans lequel il y a de la galène parsemée en petite quantité, ainsi que des enduits de malachite et quelquefois du calcaire. Lorsque la matière est bien cristalline, la

couleur est d'un noir verdâtre, et, quand elle est moins cristalline ou en enduits, sa couleur est d'un vert olive plus ou moins clair. Poussière jaune, un peu verdâtre. Les cristaux étant excessivement petits, quoique nets, je n'ai pu en déterminer la forme avec assez de certitude. En regardant à la loupe ou sous un grossissement faible, on distingue nettement des triangles isoscèles assez aigus, parfois des rhombes, et l'ensemble a l'aspect d'un prisme obtus, assez court, surmonté d'un dôme comme dans la descloizite, ou bien rappelle un octaèdre rectangulaire aigu.

» Au chalumeau la matière fond en une scorie noire et se réduit, surtout avec addition de soude. Dans le matras elle donne de l'eau. Avec l'acide chlorhydrique concentré on obtient à froid une liqueur rouge brun, devenant verte quand on la chauffe, avec dégagement de chlore. En étendant d'eau, on a une liqueur bleue. L'acide azotique la dissout facilement en donnant une liqueur verte.

» Comme il est difficile de séparer le minéral de sa gangue, je n'ai pu en prendre la densité. L'analyse a été faite en traitant par de l'acide azotique étendu, afin de séparer le quartz, et ce dernier, étant pesé, a été déduit. Ce qui se dissout est un vanadate de plomb et de cuivre, avec un peu de chaux, dont voici la composition :

		Oxygène.	
Acide vanadique	25,53	11,1	
Oxyde de plomb	50,75	3,64	7,36
Oxyde de cuivre	18,40	3,72	
Chaux	1,53	0,59	
Eau	4,25	3,70	
	100,46		

» Ces nombres conduisent au rapport 5 : 3,3 entre l'oxygène de l'acide vanadique et celui des bases. La formule serait donc $(\dot{P}b, \dot{C}u)^3 \ddot{\ddot{V}}d$, comme dans l'*eusynchite* ou la *tritochorite*, si l'on considère le peu de chaux et l'eau comme provenant de la gangue. Ce serait donc une eusynchite cuprifère, mais contenant des équivalents égaux de plomb et de cuivre, comme dans la psittacinite et la mottramite. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence du terrain cambrien à Saint-Léon et Châtelperron (Allier).* Note de M. A. **Julien**.

« Dans le cours des recherches d'ensemble que j'ai entreprises sur les terrains paléozoïques de la France centrale, mon attention s'était portée,

depuis longtemps, sur un lambeau de ces terrains, signalé dès 1844, dans les environs de Saint-Léon, par Boulanger. En effet, cet ingénieur avait constaté, dans sa *Statistique géologique et minéralurgique du département de l'Allier*, l'existence de trois lambeaux de terrain de transition, qu'il regardait comme synchroniques entre eux et déposés à l'époque silurienne (p. 96). Ces trois lambeaux sont : 1° celui de la vallée du Sichon (Forez); 2° celui de Diou, sur la rive gauche de la Loire, près de Dompierre ; 3° celui qui fait l'objet de cette Note. Or, en les considérant comme étant du même âge et comme formés de parties d'un même étage, séparées par l'éruption des granites du Mayet-de-Montagne (p. 107), Boulanger commettait une erreur capitale. Ces trois lambeaux appartiennent en réalité à trois étages distincts. Le terrain de transition de la vallée du Sichon est carbonifère marin. Déjà j'ai pu recueillir plus de cent espèces fossiles dans le beau gisement de l'Ardoisière, que j'ai fait connaître à l'Académie dans sa séance du 5 janvier 1874. Le terrain de Diou est dévonien, comme le démontre la faune que j'y ai découverte et que j'ai signalée à l'Académie le 4 avril dernier. Quant à celui de Saint-Léon, il est incontestablement cambrien. Malgré le peu d'étendue superficielle qu'il offre à l'observation, entouré comme il l'est, à de faibles distances de ce village, par des terrains plus récents, on peut s'assurer qu'il possède une épaisseur considérable. Toutes ses couches, en parfaite concordance entre elles, présentent leurs tranches du côté du nord-ouest et plongent assez fortement vers le sud-est, dans la direction de Liernolles. A la base vers Châtelperron, il offre des schistes très micacés, des schistes amphiboliques, des quartzites et des marbres extrêmement cristallins. Dans la partie moyenne, à la hauteur de Saint-Léon, ce sont encore de beaux quartzites avec bancs de marbre. Dans la carrière située près du village, au-dessous du cimetière, un magnifique filon de $0^{m},50$ d'une serpentine noble avec grenats et pyrite de fer traverse les bancs de marbre et se ramifie dans leur épaisseur. Au-dessus de ces bancs et formant la partie supérieure du système, sont des schistes graphitiques, des quartzites injectés d'une belle stéatite, tantôt jaune verdâtre ou blanche, éminemment onctueuse au toucher, tantôt jaunâtre et terreuse, mais toujours tendre, puis enfin des phyllades gris bleuâtre ou verdâtre, d'une épaisseur considérable.

» Du nord au sud par l'ouest, c'est-à-dire des Gouttes-Pommiers à Sorbier par Vaumas et Châtelperron, ce lambeau est limité par un magnifique développement de granite amphibolique, et non de granite porphyroïde comme le dit Boulanger. Ce granite amphibolique passe fré-

quemment à la syénite. Il renferme parfois des blocs anguleux de diorite emballés, près de Vaumas, et est traversé, à Châtelperron, de veines d'un pétrosilex amphibolique, identique à celui de Phialeix (Puy-de-Dôme). Ce vaste épanchement nous paraît comparable, dans son ensemble et jusque dans ses moindres détails, à celui que j'ai signalé, dans ma Note du 28 mars dernier, aux environs du lac d'Aydat. Il n'est pas jusqu'à de beaux filons de pegmatite à larges lames de mica blanc palmé qui ne viennent compléter la ressemblance. Nous avons reconnu deux de ces filons, de direction nord-sud, qui traversent le granite amphibolique. L'un d'eux, visible en amont de l'étang de Châtelperron, se continue nettement dans le schiste et les quartzites de ce terrain.

» A dire vrai, la Stratigraphie et la Paléontologie sont impuissantes à résoudre le problème de l'âge de ce curieux lambeau. Il est impossible, en effet, de saisir les contacts inférieur et supérieur de ce terrain avec les étages qui doivent l'encaisser. A l'ouest, une faille, jalonnée par le Graveron, le sépare du tertiaire. Au sud et à l'est, une autre faille nord-est, courant dans la direction de Saint-Aignan, le fait butter contre le permien de Liernolles et des Champins qui plonge en sens inverse. Au nord, les couches disparaissent rapidement sous un épais revêtement de diluvium et de tertiaire.

» Quant aux fossiles, il n'y en a pas la moindre trace. J'ai employé à deux reprises plus de dix longues journées, seul ou accompagné de mon préparateur, M. P. Gautier, à leur recherche, et, malgré notre ténacité à scruter chaque couche, nous n'avons pu en découvrir le moindre indice. Il n'y a donc que la lithologie et les relations avec les roches éruptives du voisinage qui puissent nous éclairer.

» Or, d'une part, ce terrain est plus ancien que le vaste épanchement de granite amphibolique qui l'entoure en partie. De tous côtés, nous avons découvert d'énormes lambeaux de schistes, de quartzites et de marbre enveloppés dans la roche éruptive. Il est plus ancien que les filons de pegmatite qui le traversent. D'autre part, ses éléments n'ont aucune ressemblance avec les roches siluriennes classiques de France, auxquelles nous les avons comparés, encore moins avec les roches dévoniennes si voisines de Diou. En revanche, les schistes micacés, amphiboliques ou graphitiques ne sauraient être distingués des schistes similaires du cambrien d'Auvergne. Les marbres, très différents de ceux de Diou, ressemblent à s'y méprendre à ceux de Savenne, contemporains du gneiss. Les quartzites stéatiteux sont également identiques aux quartzites similaires de certaines régions cambriennes.

» En résumé, en nous fondant sur l'identité absolue des éléments de ce terrain avec les roches cambriennes de l'Auvergne, sur l'antériorité de ce terrain aux éruptions de granite amphibolique, de diorite et de pegmatite, sur l'étonnante ressemblance des phénomènes géologiques qu'offre cette région avec ceux que l'on peut observer dans la région cambrienne qui va du lac d'Aydat à Pradas, nous en concluons que le lambeau de terrain de transition visible à Saint-Léon et à Châtelperron n'est ni silurien ni dévonien, mais qu'il date de l'époque cambrienne. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain houiller de Commentry; expériences faites pour en expliquer la formation.* Note de M. **H. Fayol**, présentée par M. Daubrée [1].

« Le terrain houiller de Commentry étant d'origine lacustre, il était naturel de rechercher son mode de formation dans les dépôts lacustres actuels. Mais on n'a que des renseignements fort incomplets sur ces dépôts, soit parce qu'il est difficile de les étudier, soit parce qu'ils sont nombreux et variés : on rencontre, en effet, tous les intermédiaires possibles entre le plus petit bassin alimenté par un simple filet d'eau et les mers qui reçoivent de grands fleuves.

» Pour étudier les lois qui président à la formation des dépôts lacustres, j'ai fait les expériences suivantes :

» Un bassin à niveau constant reçoit un cours d'eau dans lequel on a jeté les matières qui doivent constituer le dépôt. Ces matières sont des galets, du sable, de l'argile, de la houille, des végétaux, etc. : les végétaux ont subi une immersion préalable assez longue pour qu'ils s'enfoncent immédiatement dans l'eau tranquille.

» Mes expériences, très nombreuses, ont été faites dans des bassins dont la contenance varie de 60 000^{mc} à $\frac{1}{20}$ de mètre cube; j'ai fait varier aussi la forme des bassins, le volume du cours d'eau, la proportion, la nature et la grosseur des matériaux, la durée de l'opération, etc.; j'ai même cherché à imiter les vagues de la mer en imprimant aux bassins un mouvement d'oscillation.... Quelles que soient les dimensions du bassin dans lequel la sédimentation s'est opérée, les dépôts ont entre eux beaucoup d'analogie lorsqu'ils se sont formés dans des conditions semblables.

» Je parlerai surtout ici des dépôts en eau dormante, où j'ai trouvé

---

(1) Voir, pour la constitution du terrain houiller de Commentry, les *Comptes rendus* de la séance du 16 mai 1881.

tous les phénomènes qui caractérisent le terrain houiller de Commentry.

» Dans l'eau dormante, les sédiments forment un *delta* qui se compose de deux parties : l'une extérieure, déposée par le cours d'eau sur son lit ou sur ses rives, hors du bassin ; l'autre, immergée. La partie extérieure, qu'on peut appeler *fluviatile*, s'épaissit par couches à peu près horizontales et s'étend à mesure que progresse le delta. Quant à la partie immergée, qui est généralement de beaucoup la plus importante, voici comment elle se constitue :

» Arrivés au bord du bassin, les éléments denses et grossiers tombent les uns sur les autres en prenant une assez forte inclinaison, qui peut s'élever jusqu'à 40° ; les éléments plus ténus ou plus légers vont plus loin avec une pente de plus en plus faible. A mesure qu'on s'éloigne de l'embouchure du cours d'eau, le dépôt est moins incliné et les éléments grossiers font place au sable plus fin, puis à l'argile et aux végétaux.

» L'ensemble du dépôt se compose de bancs distincts, nettement *stratifiés*. Cela tient surtout à la mobilité du courant, qui se divise ou se déplace constamment ; à chaque déplacement, des particules ténues ou des végétaux prennent la place d'éléments grossiers, ou réciproquement, et les strates s'accentuent.

» Parmi les végétaux, une partie se dissémine dans les bancs multiples de sable et d'argile, où, à part quelques tiges fixées normalement, on les trouve généralement couchés suivant le plan de stratification ; mais la plus grande partie des végétaux s'amoncelle plus loin en une *couche unique*, dont l'épaisseur s'accroît jusqu'au moment où, par suite des progrès du delta, les argiles viennent la recouvrir. A partir de ce moment, si les conditions du charriage ne se modifient pas, la couche de végétaux continue à s'étendre en conservant une épaisseur constante.

» Dans ces conditions, les bancs de la partie supérieure du bassin, perdant peu à peu leur puissance et leur inclinaison, et changeant de nature, *se rapprochent de la couche de végétaux et disparaissent* successivement au contact de cette couche.

» Un accroissement momentané du cours d'eau peut entraîner sur les végétaux un lit d'argile ou de sable. Lorsque le courant reprend ensuite son régime ordinaire, de nouveaux végétaux recouvrent ce lit, qui constitue une *intercalation* dans la couche. L'intercalation peut être très étendue et traverser entièrement la couche de végétaux ; elle peut aussi être restreinte, et, si les changements dans le régime des eaux sont fréquents, on a un enchevêtrement de couches qui produit l'alternance en coins.

» Si, après s'être accru, le courant ne revient à son ancien régime que lorsqu'il a déposé sur les végétaux une puissante assise minérale, sur cette assise les végétaux formeront une couche nouvelle, qui tantôt se raccordera avec la première et tantôt en restera distincte. Ainsi peuvent se former des *couches multiples* ou des *ramifications* d'une même couche.

» A mesure que le delta s'étend, la partie supérieure du dépôt vient charger les couches inférieures composées d'argile plastique et de végétaux incomplètement tassés. Il en résulte des déformations variées : *glissements, étirements, ondulations, brouillages, ruptures de bancs*, etc. Le dépôt se continuant toujours, les parties déformées sont ensuite recouvertes de bancs qui ne portent aucune trace d'accident.

» Tels sont les principaux caractères des dépôts en eau tranquille.

» On peut reproduire ainsi, artificiellement, la série complète des dépôts *lacustres* que présente la nature, et qui se relient d'un côté aux dépôts *fluviatiles*, de l'autre aux formations *marines*.

» Dans un bassin relativement peu profond, où l'eau est animée d'un mouvement de translation sensible, les couches deviennent allongées, discontinues, irrégulières et presque horizontales, comme dans les dépôts de rivière. Si les eaux du bassin sont agitées par un mouvement de flux et de reflux qui vient remanier les matériaux apportés par le courant, il se forme des couches faiblement inclinées, étendues et régulières, semblables aux couches des dépôts marins. »

PHYSIOLOGIE. — *Des mouvements de la grenouille, consécutifs à l'excitation électrique*. Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« J'ai pensé qu'il était possible d'appliquer à l'analyse des mouvements de la grenouille intacte, non décapitée, la même méthode qui a été, par beaucoup de physiologistes, appliquée à l'analyse des actions réflexes, nerveuses et musculaires.

» Comme excitation, j'ai employé l'électricité (2 éléments Thomson), et j'ai pris comme mesure de la réaction de l'animal l'effort général que fait la grenouille pour s'enfuir : effort qu'on peut juger facilement par la simple inspection. L'excitation portait sur une patte, soit aux pelotes digitales de l'extrémité du membre, soit sur le nerf sciatique.

» On peut d'abord noter la très grande résistance des grenouilles aux excitations électriques. Il faut que la bobine soit au moins à $0^m,14$ d'écar-

tement pour que des courants d'induction déterminent un mouvement volontaire. Il faut même, en général, un écartement moins grand (de 0,10 en moyenne : le nerf moteur est excitable à 0,22). Les excitations isolées sont inefficaces, alors que des excitations beaucoup plus faibles, mais fréquemment répétées, sont efficaces.

» La réaction est toujours très lente. Dans aucun cas, je n'ai pu observer que le mouvement de fuite fût séparé de l'excitation par un intervalle moindre que 0,15 de seconde. Si divers physiologistes (M. Exner, M. Langendorff) ont trouvé chez la grenouille, pour la période latente de l'excitation dans le cerveau, une durée de 0,05 de seconde, c'est qu'il s'agissait, dans leurs expériences, d'une excitation cérébrale directe, et non de la transformation, par les centres nerveux, d'une excitation sensible en un mouvement de défense.

» En général, la réponse a un retard plus grand que 0,15 de seconde. Le retard est, le plus souvent, d'une demi-seconde environ; il va quelquefois jusqu'à dix secondes. La durée d'une réponse à une excitation isolée semble donc être, chez la grenouille, bien plus lente que chez les animaux à sang chaud.

» Si l'on emploie des excitations répétées, la réaction, par suite de l'augmentation croissante de l'excitabilité, sera parfois extrêmement lente. Souvent il faut prolonger l'électrisation pendant près de deux à trois minutes pour provoquer la grenouille à faire un effort de fuite.

» D'une manière générale, la réponse est d'autant plus rapide que l'excitation est plus forte. En voici un exemple :

Numéro de la bobine.	Retard de la réponse. Une grenouille non fatiguée.	Retard de la réponse. Quatre grenouilles un peu fatiguées (moyenne).
12	18^s	100^s
10	3,20	82
8	2,50	25
6	1,25	21
4	1,25	12
2	1,00	7
0	1,25	11

» Il faut remarquer la facilité avec laquelle se fatiguent les centres nerveux, quels qu'ils soient, qui président à ces mouvements. Au bout de trois

ou quatre séries d'excitations, l'animal répond avec une lenteur croissante; puis il ne répond plus du tout. En voici quelques exemples :

Excitations.	Retard de la réponse. Une grenouille non fatiguée.	Une grenouille fatiguée.	Quatre grenouilles fatiguées (moyenne).	Une grenouille non fatiguée (moyenne de quatre groupes d'excitations successives).
	s	s	s	s
1re	0,30	4,30	2,00	1,00
2e	0,60	5,00	3,00	0,80
3e	0,70	3,00	4,90	2,10
4e	0,80	5,00	4,40	4,10
5e	1,00	5,70	4,60	5,70
6e	»	6,70	5,10	»
7e	»	13,50	»	»

» Il faut noter aussi qu'il y a très souvent un accroissement d'excitabilité qui succède aux premières séries d'excitations.

» Ce sont ces deux phénomènes inverses, l'augmentation d'excitabilité et la fatigue, qui, conjointement avec l'intensité de l'excitation, déterminent la rapidité plus ou moins grande de la réponse. De là la complexité très grande du phénomène, surtout si l'on fait intervenir, comme il convient, la réparation de la fatigue qui s'observe si l'on met un certain intervalle entre les différentes séries d'excitations. Quoi qu'il en soit, avec une série d'excitations égales, séparées les unes des autres par des intervalles de quelques minutes entre chaque expérience, il y aura d'abord augmentation d'excitabilité; puis fatigue; puis enfin épuisement complet; et ces périodes se traduiront par des réponses de plus en plus rapides, puis de plus en plus lentes, puis enfin par l'absence complète de réponses.

» Les excitations de la sensibilité arrêtent les mouvements volontaires. Si l'on excite très fortement, par l'électricité, les extrémités terminales de la patte d'une grenouille qui cherche à fuir, on l'arrête dans sa fuite. L'animal ne fait que difficilement des efforts pour se dégager, tant que le courant électrique excite sa sensibilité. Bien plus, si une grenouille se débat vigoureusement sur la planchette, dès que l'on fait passer dans une patte un courant électrique tant soit peu fort, on arrête aussitôt ses mouvements de fuite, et les muscles de l'autre patte se relâchent immédiatement. Tout se passe comme s'il y avait une sorte d'interférence dans la moelle entre

les excitations qui viennent de la périphérie et celles qui viennent des centres nerveux.

» Les grenouilles épuisées ainsi par ces excitations électriques de la périphérie sont dans un état d'inertie qui dure quelquefois plusieurs heures. Cet état est analogue à l'état soi-disant hypnotique qu'on a étudié sur le même animal, à la suite de diverses manipulations (HEUBEL, *Archives de Pflüger*, t. XIV, p. 158), et qu'on a attribué à l'absence d'excitations, alors qu'il résulte au contraire de fortes excitations.

» Si l'on enlève à une grenouille les deux hémisphères cérébraux, en laissant le bulbe intact, on peut encore, par l'excitation des nerfs périphériques, obtenir les mêmes mouvements généraux de réponse à l'excitation. Tous les faits que je viens d'indiquer relativement à l'intensité, à la durée des excitations, à l'influence de la fatigue, etc., se vérifient aussi bien sur des grenouilles privées de cerveau que sur des grenouilles intactes. Peut-être ces dernières se fatiguent-elles un peu moins vite.

» Au contraire, si l'on sectionne la moelle au-dessous du bulbe, les mouvements de défense et de fuite, prolongés et répétés, analogues à ceux d'une grenouille normale, n'ont plus lieu, ou du moins les mouvements réflexes qu'on observe ont un tout autre caractère et ne ressemblent plus à des mouvements volontaires.

» On doit en conclure que les mouvements généraux de fuite, de défense, qu'on observe chez des grenouilles intactes, à la suite d'excitations électriques, sont commandés par le bulbe. Mais faut-il les appeler *mouvements réflexes* ou *mouvements volontaires*, et y a-t-il une démarcation possible à établir entre ces deux ordres de mouvements [1]? »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les actions vaso-motrices symétriques.* Note de MM. J. TEISSIER et KAUFMANN, présentée par M. Vulpian.

« Cette Note est le résumé d'une série d'expériences entreprises à Lyon dans le laboratoire de M. le professeur Chauveau, dans le but de juger du degré de constance des lois établies par MM. Brown-Sequard et Tholozan sur les symétries vaso-motrices.

» Depuis les recherches de ces expérimentateurs, la plupart des physiologistes ont admis en effet que, en déterminant un resserrement capillaire d'un côté du corps on provoquait une constriction analogue du côté

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian à la Faculté de Médecine.

opposé; et qu'au contraire une dilatation vasculaire entraînait une dilatation symétrique. Tout en confirmant l'exactitude de ces données, dans la grande majorité des cas, les expériences suivantes semblent prouver qu'il existe certaines conditions physiologiques dans lesquelles *les phénomènes se passent en sens inverse*, à savoir : une dilatation capillaire produite sur le côté gauche, par exemple, entraînera une constriction vasculaire dans le côté droit, ou réciproquement, une constriction capillaire pourra s'accompagner, dans le point exactement symétrique du côté opposé, d'une dilatation des vaisseaux.

» Or voici dans quelles conditions ces faits ont été observés, et quel a été le *modus faciendi* adopté dans l'exécution des expériences.

» On a opéré sur des chiens de forte taille, de façon à saisir les deux fémorales aussi bas que possible, c'est-à-dire loin de la bifurcation, et éviter ainsi les modifications circulatoires de propagation. Les artères étant liées à leur bout inférieur, on introduisait dans chaque fémorale l'extrémité d'une canule correspondant à l'une des branches supérieures d'un tube en Y, dont la troisième branche communiquait avec un seul sphygmoscope. Grâce à ce dispositif, et en mettant alternativement, à l'aide d'un système de pinces, chacune des deux fémorales en communication avec un même appareil, on pouvait obtenir des tracés parfaitement comparables, et mieux apprécier, en conséquence, les modifications survenues dans la pression et la forme du pouls de chaque artère. Toutefois, dans un certain nombre d'expériences, on s'est servi de deux sphygmoscopes pour enregistrer en même temps les deux pressions fémorales et mieux constater les effets simultanés.

» Les mouvements respiratoires et les secondes étaient aussi enregistrés suivant les procédés ordinaires, et les graphiques obtenus à l'aide du grand appareil enregistreur de M. Chauveau. De la sorte, plus de 40^{m} de tracés ont pu être recueillis, et les phénomènes observés suffisamment longtemps pour éviter toute erreur d'interprétation.

» Les choses étant ainsi disposées, on appliquait alternativement sur une des pattes de l'animal une vessie remplie d'eau froide, puis une seconde vessie remplie d'eau chaude; on notait exactement sur le tracé le point de l'application, et l'on constatait les modifications circulatoires produites sous cette influence, soit dans le membre siège de l'application, soit dans le membre opposé.

» Toujours, au début de l'expérience et sur un animal non épuisé, les phénomènes se sont passés comme dans les faits de MM. Brown-Sequard

et Tholozan. L'application froide a déterminé dans la fémorale gauche (côté choisi pour les applications) une augmentation notable de pression (resserrement vasculaire) qui s'est accusée très nettement aussi dans la fémorale droite. Au contraire, l'application d'une vessie d'eau chaude entraînait *des deux côtés* un abaissement de pression simultané.

» Mais, au bout d'un certain temps, temps d'autant plus court que l'animal avait plus souffert ou s'était plus énergiquement débattu, on pouvait noter très manifestement des effets d'un ordre diamétralement opposé. Ainsi, l'application de l'eau froide déterminait bien toujours une augmentation de pression au niveau du membre sur lequel était faite l'application, mais cet effet *n'était plus symétrique;* de l'autre côté, on pouvait voir une diminution très apparente de la pression, ou autrement une augmentation par resserrement capillaire, si c'était de l'eau chaude qu'on avait mise en contact avec la patte explorée.

» Plusieurs fois nous avons cherché, à l'aide d'une pile thermo-électrique, à apprécier les modifications thermiques pouvant accompagner ces variations circulatoires : les résultats n'ont pas été assez précis pour pouvoir encore être formulés.

» Dans une seconde série d'expériences, il a été permis de s'assurer qu'après anesthésie de l'animal par le chloral le sens des phénomènes rapportés plus haut n'était pas modifié.

» Enfin, dans une troisième série de recherches, en joignant aux indications fournies par nos premiers tracés l'enregistrement de la pression carotidienne, nous avons pu nous convaincre que les phénomènes vasculaires notés dans nos expériences *étaient bien des effets locaux,* indépendants des modifications apportées par l'excitant dans la circulation générale. Dans plusieurs cas, en effet, nous avons pu constater sur le graphique que la pression carotidienne avait varié en sens inverse de la pression fémorale droite (les applications étaient naturellement toujours faites à gauche).

» De tout cela il est permis de conclure qu'il existe certaines conditions physiologiques (l'épuisement du système nerveux entre autres) qui s'opposent à la réalisation des lois de Brown-Sequard et Tholozan sur les symétries vaso-motrices, puisqu'il est des cas dans lesquels, en produisant une constriction vasculaire du côté gauche, on peut entraîner une dilatation du côté droit ou inversement.

» Ces faits, qui concordent du reste avec certains résultats expérimentaux obtenus sur l'homme et signalés par M. Vulpian dans ses Leçons sur les vaso-moteurs, seront probablement susceptibles de plus d'une appli-

cation à la Pathologie. Ils nous permettent au moins de nous rendre compte dès à présent, sans les trouver paradoxaux, de certains changements de vascularisation et de température observés en Neuropathologie, principalement dans l'histoire *du transfert de la sensibilité*. »

M. D. Carrère adresse une Note intitulée « Transformation pouvant remplacer, pour une équation algébrique à une inconnue et de degré pair, le théorème de Sturm dans quelques cas particuliers ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture des deux dépêches suivantes, expédiées le 31 mai et le 2 juin de Rio de Janeiro par Sa Majesté l'Empereur du Brésil :

« 31 mai 1881.

» Comète par Cruls, 29 mai; ascension droite, $5^h 2^m$; déclinaison sud, $31° 15'$; mouvement nord. »

« 2 juin 1881.

» Éléments approchés de la comète : passage au périhélie, 30 mai; distance périhélie, 0,8301; longitude périhélie, 235,5; longitude nord, 262,02; direct. »

ASTRONOMIE. — *Sur les ascensions droites de la Lune observées à Alger par M.* Trépied. Note de M. Faye.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premières observations de la Lune qui aient été faites au nouvel Observatoire d'Alger par son directeur, M. Trépied, membre adjoint du Bureau des Longitudes.

Ascensions droites apparentes de la Lune, et comparaison à l'éphéméride.

Dates. 1881.	Bord.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite observée.	Ascension droite calculée.	Corrections de l'éphémér.	Corrections de M. Newcomb.	Différ.
		h m s	h m s	h m s	s	s	s
Janv. 7...	I	6. 4.58,4	1.14.41,57	1.14.42,56	−0,99	−0,74	+0,25
8...	I	6.52. 2,5	2. 5.49,97	2. 5.51,02	−1,05	−0,75	+0,30
11...	I	9.18.23,3	4.44.24,45	4.44.25,42	−0,97	−0,78	+0,19
12...	I	10. 7.57,4	5.38. 2,38	5.38. 3,26	−0,88	−0,78	+0,10
17...	II	13.59.33,6	9.50. 0,31	9.50. 0,84	−0,53	−0,69	−0,16
Févr. 7...	I	7.13.49,0	4.25.56,67	4.25.57,76	−1,09	−0,79	+0,30
8...	I	8. 3.29,8	5.19.42,11	5.19.42,86	−0,75	−0,79	−0,04
9...	I	8.52.33,9	6.12.50,89	6.12.51,70	−0,81	−0,77	+0,04
18...	II	11.39.54,8	13.36.47,72	13.36.48,48	−0,76	−0,76	0
Mars 7...	I	5.56.42,2	4.59. 0,77	4.59. 1,44	−0,67	−0,79	−0,12
8...	I	6.46.24,4	5.52.47,66	5.52.48,31	−0,65	−0,78	−0,13
10...	I	8.21.51,3	7.36.23,32	7.36.24,02	−0,70	−0,74	−0,04
11...	I	9. 7.18,5	8.25.54,53	8.25.55,26	−0,73	−0,71	+0,02
13...	I	10.34.55,3	10. 1.38,81	10. 1.39,48	−0,67	−0,68	−0,01
14...	I	11.18.11,7	10.48.58,95	10.48.59,69	−0,74	−0,68	+0,06
15...	I	12. 2. 4,6	11.36.55,55	11.36.56,55	−1,00	−0,69	+0,31
15...	II	12. 4.11,2	11.39. 2,51	11.39. 3,25	−0,74	−0,69	+0,05
16...	II	12.49.32,0	12.28.27,25	12.28.27,85	−0,60	−0,71	−0,11
18...	II	14.27.33,0	14.14.37,48	14.14.38,51	−1,03	−0,80	+0,23
Avril 9...	I	8.28.54,3	9.41.44,01	9.41.44,64	−0,63	−0,69	−0,06
10...	I	9.12. 0,9	10.28.53,31	10.28.54,19	−0,88	−0,68	+0,20
11...	I	9.55.35,7	11.16.32,81	11.16.33,65	−0,84	−0,68	+0,16
12...	I	10.40.34,0	12. 5.35,05	12. 5.35,83	−0,78	−0,70	+0,08
13...	I	11.27.47,6	12.56.52,99	13.56.53,84	−0,85	−0,73	+0,12
14...	I	12.18. 2,3	13.51.12,48	13.51.13,29	−0,81	−0,78	+0,03
16...	II	14.11. 6,6	15.52.28,43	15.52.29,42	−0,99	−0,88	+0,11

» On sait combien il importe à la Science d'avoir des séries à la fois longues et complètes d'observations de ce genre, qui, en Europe, sont trop souvent interrompues par le mauvais temps. L'intérêt de ces observations est encore accru actuellement par la circonstance bien remarquable que les Tables de Hansen s'écartent aujourd'hui du ciel d'une manière progressive, posant ainsi un nouveau problème des plus intéressants. Un de nos savants Correspondants, M. Simon Newcomb, qui a étudié cette grave question de la manière la plus approfondie, a cherché à représenter la singulière marche des erreurs des Tables de Hansen en réduisant de moitié la valeur de l'accélération séculaire admise par le célèbre astronome allemand, en

supprimant une inégalité attribuée à l'action de Vénus dont M. Delaunay avait démontré la non-existence, et en appliquant une forte correction empirique à une autre inégalité à longue période découverte par Hansen et confirmée par Delaunay. Le Bureau des Longitudes a admis la nécessité de ces corrections et en donne aujourd'hui la valeur jour par jour dans la *Connaissance des Temps*. Je les ai transcrites à côté des excellentes observations de M. Trépied, en sorte qu'on pourra juger de leur importance actuelle, et surtout de leur accord avec les observations. Cet accord est en effet remarquable; il montre combien les Tables d'Hansen, défectueuses pour les inégalités à longue période, sont parfaites au point de vue des inégalités ordinaires, dont il a tenu un compte si complet. Il paraît seulement que l'importante correction de M. Newcomb, loin d'être trop forte, devrait être augmentée actuellement de 1″.

» Nous espérons que, à l'époque où l'Observatoire d'Alger sera en pleine activité, les observations régulières et continues de la Lune dont M. Trépied vient de nous donner un spécimen offriront à la Science, sur une question capitale, de précieux matériaux, et justifieront amplement la création du nouvel établissement astronomique. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur le sulfure d'azote;* par MM. BERTHELOT et VIEILLE.

« 1. Le sulfure d'azote est un corps cristallisé, très beau et très bien défini, découvert par MM. Fordos et Gélis, et qui a été l'objet de nouvelles recherches par M. Demarçay dans ces derniers temps. La formule de ce corps, AzS^2, répond à celle du bioxyde d'azote, AzO^2 : nous allons montrer qu'il est formé avec absorption de chaleur, de même que tous les composés binaires de l'azote, l'ammoniaque exceptée. Aussi le sulfure d'azote ne peut-il être obtenu que par des méthodes indirectes, et à la condition de tirer de certaines réactions auxiliaires l'énergie consommée dans la réunion du soufre et de l'azote : ces corps doivent être pris à l'état naissant, comme on disait autrefois, c'est-à-dire tirés de combinaisons préexistantes, dont les actions réciproques donnent lieu à de nouveaux composés, dégageant plus de chaleur par leur formation que la production du sulfure d'azote n'en absorbe [1].

» On sait en effet que le sulfure d'azote se prépare en faisant agir le gaz

---

[1] Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 28.

ammoniac sur le chlorure de soufre. Le chlore de ce dernier s'unit à l'hydrogène de l'ammoniaque, pour former de l'acide chlorhydrique et consécutivement du chlorhydrate d'ammoniaque; tandis que le sulfure d'azote, mêlé de soufre, prend naissance :

$$4AzH^3 + 3S^2Cl = 3(AzH^3, HCl) + AzS^2 + 2S^2.$$

C'est donc la formation de l'acide chlorhydrique, et consécutivement du chlorhydrate d'ammoniaque, qui fournit l'énergie consommée dans la formation du sulfure d'azote. Mais cette dernière n'a pas été mesurée jusqu'ici. En vue de l'obtenir, nous avons d'abord préparé le sulfure d'azote ([1]).

» 2. Le sulfure d'azote ainsi obtenu a fourni à l'analyse :

		Théorie.
Az	30,41	30,44
S	69,64	69,56
H	0,01	
	100,06	100,0

» 3. *Stabilité.* — Le sulfure d'azote se conserve à l'air sec ou humide. Il peut être mouillé et desséché à 50° à plusieurs reprises, sans altération appréciable.

» Il détone avec violence sous le marteau. Cependant sa sensibilité au choc est moindre que celle du fulminate de mercure ou du nitrate de diazobenzol.

» Par échauffement, il déflagre vers 207°. Cette déflagration est beaucoup plus lente que celle du fulminate de mercure.

» 4. *Densité.* — Elle a été trouvée égale à 2,22 à 15°.

» 5. *Chaleur de détonation.* — On a provoqué l'explosion dans une atmosphère d'azote, au moyen d'un fil fin, mis en incandescence galvanique au sein de nos appareils ordinaires. Deux expériences ont porté sur $2^{gr},997$ et $2^{gr},979$ de matière. Elles ont fourni pour 1^{gr} : $701^{cal},1$ et $700^{cal},4$.

» En moyenne, $700^{cal},7$; soit

$$AzS^2 \text{ solide} = Az + S^2 \text{ solide} \ldots\ldots + 32^{Cal},2.$$

([1]) Par le procédé de Fordos et Gélis, c'est-à-dire en opérant sur le chlorure de soufre dissous dans le sulfure de carbone, et en purifiant le sulfure d'azote par cristallisation, etc.

Lorsqu'on emploie la benzine, le toluène ou les carbures comme dissolvant, le sulfure d'azote retient quelque dose d'hydrogène, qui se retrouve après sa décomposition explosive.

» 6. Le volume réduit des gaz recueillis a été, pour 1^{gr} : 244^{cc} et $242^{cc},2$, soit 243^{cc} en moyenne, ou $11^{lit},18$ pour AzS^2. Le volume théorique est $242^{cc},1$. On a vérifié que ces gaz étaient formés par de l'azote pur, à un deux-centième près.

» 7. La *chaleur de formation* du sulfure d'azote est donc négative :

$$Az + S^2 \text{ solide} = AzS^2 \text{ solide} \dots\dots\dots\dots \quad -32^{Cal},2.$$

» Le signe de cette chaleur de formation est le même que pour le bioxyde d'azote : car l'un de nous a trouvé

$$Az + O^2 = AzO^2 \text{ gaz} \dots\dots\dots\dots \quad -21^{Cal},6;$$

ce qui est une nouvelle preuve de l'analogie qui existe entre les chaleurs de formation des composés oxygénés et des composés sulfurés.

» 8. *Tensions d'explosion en vase clos.* — Nous avons trouvé :

Densité de chargement.	Pression en kilogrammes par centimètre carré.	
	Sulfure d'azote.	Fulminate.
0,1	815	480
0,2	1703	1703
0,3	2441	2700

» Les pressions développées par l'explosion du sulfure d'azote sont, on le voit, très voisines de celles obtenues avec le fulminate, pour les densités 0,2 et 0,3 de chargement. Si le corps explosif détonait dans son propre volume, la pression serait double avec le fulminate. Mais, la vitesse de décomposition étant très différente, il en résulte que les effets produits par les deux substances, envisagées comme *détonateurs* et jouant le rôle d'amorces, doivent être très dissemblables. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Rapport de M. le commandant* Roudaire, *relatif à sa dernière expédition dans les chotts tunisiens.* Note de M. DE LESSEPS.

« M. le commandant Roudaire vient d'adresser à M. le Ministre de l'Instruction publique un Rapport sur sa dernière expédition dans les chotts tunisiens et algériens. Les sondages, dont les résultats sont généralisés dans une coupe géologique, ont démontré qu'on ne rencontrera aucune difficulté sérieuse dans l'exécution du chenal destiné à transformer en *mer intérieure* les dépressions marécageuses et insalubres situées au sud de l'Algérie

et de la Tunisie. Le seuil de Gabès, loin d'être un massif entièrement composé de roches dures, comme l'avaient avancé quelques géologues, n'est au contraire presque exclusivement formé que de sables et de marnes sableuses ou argileuses. On trouve bien, il est vrai, au-dessous de la ligne de faîte, quelques bancs de calcaire séparés par des couches de marnes, mais ces bancs, situés à la profondeur de trente et quelques mètres, ne forment au-dessus du niveau de la Méditerranée qu'une saillie peu considérable et facile à enlever.

» De nombreux nivellements de précision, exécutés sur un parcours d'environ 500 kilomètres, ont entièrement confirmé les résultats fournis par les nivellements antérieurs.

» Non seulement la nouvelle mer modifierait, de la façon la plus heureuse, le climat des régions voisines, comme l'a si bien mis en lumière notre savant confrère, le général Favé, rapporteur de la Commission de l'Académie, non seulement elle offrirait au commerce une voie de transport facile et peu coûteuse, mais elle aurait encore une importance politique qu'il est facile de faire ressortir. Nous posséderions, en effet, une admirable frontière, qui, prolongée par la grande vallée transversale de l'Oued-Djeddi, dans laquelle nous aurions désormais un accès direct, nous permettrait d'asseoir notre autorité sur les confins sud de l'Algérie aussi solidement que sur le littoral méditerranéen. Ce serait en même temps une ligne d'opérations et un nouveau point de départ pour pénétrer vers l'intérieur du Sahara, et nous aurions d'autant plus de chances d'y réussir, que l'accomplissement de ce travail, en apparence gigantesque, aurait jusque dans le centre de l'Afrique un énorme retentissement et y donnerait aux indigènes la plus haute idée de notre puissance et de notre grandeur. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les résultats géologiques fournis par les missions de M. le commandant* Roudaire *dans les chotts tunisiens;* par M. **Hébert**.

« Des excursions multipliées sur les rives des chotts et de nombreux sondages ont fourni un ensemble de documents suffisant pour déterminer la structure et l'âge des assises qui constituent le bassin des chotts. M. Dru a été chargé de collationner les échantillons rapportés par la mission, et il a pu ainsi dresser une coupe géologique du golfe de Gabès au chott Korsa, passant par le seuil de Gabès, les chotts Fejej et Djerid, et le seuil de Mouïat-Sultan.

» Dans toute l'étendue de cette coupe, le sol est formé de terrain quaternaire, à l'exception du seuil de Gabès constitué par un léger bombement crétacé, qui là s'élève à 13^m au-dessus du niveau de la mer.

» L'assise supérieure du terrain quaternaire se compose de sables avec *Helix* et *Cardium edule*, souvent très abondants, associés à des argiles et à des marnes gypsifères, fortement imprégnées de sel.

» L'assise moyenne, plus marneuse, contient à peu près les mêmes éléments.

» L'assise inférieure est un ensemble de marnes et argiles vertes ou rouges superposé, au seuil de Gabès, à un poudingue.

» La série de ces couches quaternaires ne laisse pas que d'avoir une épaisseur considérable; cependant leur nature indique des dépôts littoraux, de lagunes et de marécages, et non des sédiments marins d'un golfe en pleine communication avec la mer.

» Pendant la longue période de leur formation, le seuil de Gabès était immergé, mais l'amincissement de ces dépôts au seuil, leur épaississement sur les plans latéraux montrent que déjà il y avait là un relief sous-marin qui servait de limite entre la mer et les lagunes.

» Peut-être, mais ce n'est qu'une hypothèse, le bombement du seuil de Gabès s'est accru postérieurement à la période quaternaire, lors de l'exhaussement général qui a mis fin à cet ensemble de lagunes et de marais.

» Des nappes d'eaux salifères circulent au milieu des couches quaternaires. En dépassant ce terrain, on trouve des eaux douces dans les assises crétacées, bien que la densité de ces eaux soit plus faible. Les unes et les autres, à l'exception des eaux superficielles, sont des nappes dont le régime a été bien étudié par M. Léon Dru.

» Autour de la dépression des chotts, une série de coteaux permet de se rendre compte de la nature des terrains plus anciens.

» Le terrain tertiaire ne paraît représenté, dans cette région, que par des marnes vertes et rouges renfermant en abondance l'*Ostrea crassissima*: c'est la partie supérieure du miocène moyen. Elle est associée à des grès et à des poudingues, et contient des amas de gypse et de sel gemme.

» Les couches tertiaires reposent en stratification discordante sur le terrain crétacé.

» Celui-ci a fourni à la mission une abondante récolte de fossiles, dont plusieurs espèces nouvelles, qui ont été décrites et figurées par M. Munier-Chalmas, et qui ont permis de reconnaître l'existence, dans cette région,

d'un certain nombre d'étages ayant les mêmes fossiles caractéristiques qu'en Europe et en Algérie.

» Rien n'indique jusqu'ici d'une manière certaine l'existence du groupe inférieur du terrain crétacé.

» L'étage cénomanien y est bien représenté par un ensemble de fossiles dont les principaux sont : *Plicatula Fourneli, Ostrea Syphax, O. haliotidea, O. flabellata, O. lingularis, O. Mermeti*, etc.

» L'étage turonien est attesté par *Hemiaster latigrunda, Ostrea caderensis*, etc. Des couches d'eau douce ou saumâtre à *Cassiope* paraissent appartenir au même étage.

» L'étage sénonien est celui qui a fourni le plus d'espèces; il contient *Ostrea matheroniana, O. plicifera, O. vesicularis, O. talmontiana, Inoceramus regularis, I. Goldfussii*, etc. Parmi les fossiles qui appartiennent certainement à cet étage, il faut citer un genre nouveau d'Acéphale, le genre *Roudairia*, créé par M. Munier-Chalmas. Deux espèces du même genre se retrouvent dans le groupe supérieur du terrain crétacé de l'Inde.

» La Tunisie semble avoir été émergée pendant les longues périodes comprises entre le dépôt de la craie sénonienne et celui du miocène moyen.

» Le bassin des chotts, avec les massifs crétacés qui le bordent de chaque côté et dont les strates ont une disposition anticlinale, figure une sorte de boutonnière, analogue à celle du pays de Bray, dont les chotts constituent l'ouverture centrale.

» Je n'ai pu rendre, par ce qui précède, qu'un compte bien imparfait des résultats géologiques de la mission de M. le commandant Roudaire. Les géologues liront ce fascicule avec d'autant plus d'intérêt, qu'indépendamment de la coupe géologique levée par M. Dru, il renferme une Carte géographique du bassin des chotts par M. Roudaire, et cinq Planches de fossiles, dues à M. Munier-Chalmas. »

MINÉRALOGIE. — *Nouvelles analyses sur la jadéite et sur quelques roches sodifères;* par M. A. Damour.

« J'ai exposé, il y a plusieurs années (*Comptes rendus*, 4 mai 1863, et 21 et 20 août 1865), les caractères et la composition jusqu'alors inconnus d'une espèce minérale à laquelle j'ai donné le nom de *jadéite*. Cette matière, employée, dans l'Inde et dans la Chine, à la confection de vases, d'amulettes, de grains de colliers, etc., est apportée en Europe sous ces

formes diverses. J'ai fait voir qu'on la rencontre aussi dans nos contrées, mais non pas à l'état brut, et toujours sous forme de coins, de hachettes et autres objets préhistoriques provenant des dolmens, des cavernes anciennement habitées et des terrains quaternaires.

» Aucun gîte naturel de cette substance minérale n'étant encore connu sur notre continent, on a présumé que les objets préhistoriques dont elle forme la matière avaient été importés dans nos contrées par les peuplades émigrées de l'extrême Orient. Cette question, qui présente de l'intérêt au point de vue de la science archéologique, m'a déterminé à poursuivre l'étude de la jadéite et à noter les différents points géographiques sur lesquels on rencontre les objets préhistoriques dont elle constitue la matière essentielle. J'ai été secondé dans cette recherche par la collaboration du savant professeur à l'Université de Fribourg in Baden, M. le Dr Fischer (*Revue archéologique*, juillet 1878).

» Je viens présenter aujourd'hui de nouvelles analyses sur des échantillons de jadéite et de diverses roches qui m'ont paru se rapprocher de cette espèce par les caractères physiques et par la composition. Ces matières ont été recueillies en Asie, en Amérique et sur quelques points de l'Europe.

JADÉITES ET ROCHES SODIFÈRES DE L'ASIE.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
Silice	59,27	59,12	58,28	57,14	55,34	53,95	61,51	58,24
Alumine	25,33	22,21	23,11	8,97	8,40	21,96	22,53	24,47
Oxyde ferrique	0,71	2,72	0,64	5,49	5,60	0,76	.....	1,01
Oxyde chromique	.....	.....	.....	0,42	0,66	traces	.....	.....
Chaux	0,62	1,03	1,62	14,57	14,80	2,42	traces	0,69
Magnésie	0,48	0,99	0,91	8,62	8,41	7,17	4,25	0,45
Soude	13,82	13,66	13,94	5,35	6,38	9,37	11,00	14,70
Eau et matières volatiles	.....	.....	.....	.....	.....	3,70	1,29	1,55
	100,23	99,73	98,50	100,56	99,59	99,33	100,58	101,11
Densités	3,33	3,27	3,34	3,27	3,32	3,07	3,06	2,97

» *Analyse* A. — Jadéite blanche, translucide, à structure cristalline très prononcée. D'après les observations de M. Des Cloizeaux, sa forme primitive serait un prisme rhomboïdal oblique de 85° environ, pour l'angle antérieur correspondant à celui de 87° des pyroxènes. La matière est très fusible en un verre transparent et incolore.

» *Analyse* B. — Jadéite gris verdâtre, marbrée de blanc grisâtre. Structure à fibres entrecroisées, très fusible en verre translucide.

» *Analyse* C. — Fragment d'une tasse chinoise. La matière montre une structure à peine cristalline et très serrée qui lui donne l'apparence d'une agate. Elle est translucide et marquée de taches chloriteuses vert sombre.

» *Analyse* D. — Roche d'une belle couleur vert d'herbe uniforme. Elle vient de la Chine. Sa structure est cristalline; elle est très fusible, mais elle diffère notablement des précédentes par des quantités moindres d'alumine et de soude et par une proportion plus considérable de chaux et de magnésie.

» *Analyse* E. — Roche très rapprochée de la précédente par ses caractères physiques et par sa composition. Elle ressemble beaucoup à la matière dont on a fabriqué plusieurs petits vases très élégants et montés sur émail, faisant partie de la collection des gemmes et joyaux du Musée du Louvre.

» Les analyses F, G, H se rapportent à des roches venues de la Birmanie et qui m'ont été remises par M. le professeur Fischer. La structure de ces roches est cristalline, et, par leurs caractères extérieurs, elles ressemblent à la jadéite. Elles en diffèrent cependant par leur faible densité et par la proportion d'eau qu'elles renferment. Elles fondent en émail bulleux et moins facilement que la jadéite.

JADÉITES PROVENANT DU MEXIQUE.

» M. Boban a recueilli dans la vallée de Mexico et aux environs de Oajaca une notable quantité d'objets en pierre travaillée, sous forme d'amulettes, de grains de colliers, idoles, hachettes, etc., dont la matière réunit les caractères essentiels à la jadéite. Cette substance minérale est désignée, dans la langue des Indiens Aztèques, sous le nom de *chalchihuitl*.

» Je vais présenter ici l'analyse de trois échantillons de ces provenances mexicaines.

	I.	J.	K.
Silice	58,20	57,90	58,64
Alumine	19,54	14,64	24,94
Oxyde ferrique	1,97	8,89	1,48
Oxyde chromique	0,34	....	....
Chaux	5,60	5,16	1,34
Magnésie	3,39	2,21	0,89
Oxyde manganeux	0,07	0,76	....
Soude	10,91	10,77	13,00
Potasse	0,27	traces	traces
	100,29	100,33	100,29
Densité	3,26	3,36	3,30

» *Analyse* I. — Grain de collier trouvé dans la vallée de Mexico. Sa couleur est le vert

d'émeraude, rappelant celle des belles variétés de jadéite de l'Inde et de la Chine. La matière est très fusible; sa structure est cristalline. Elle diffère un peu de la jadéite de ces dernières provenances par sa densité, qui est plus faible, et par une teneur plus forte en chaux et en magnésie.

» *Analyse* J. — Hache en pierre trouvée dans les environs d'Oajaca. Cette matière paraît noire à l'extérieur : elle est vert foncé par transparence et sur des plaques amincies. Elle se rapporte à la variété de jadéite que j'ai désignée autrefois sous le nom de *chloromélanite*. Ses caractères physiques et chimiques sont pareils à ceux que j'ai décrits sur de semblables matières trouvées dans les départements de la Dordogne et du Morbihan, sous forme de hachettes dites celtiques.

» *Analyse* K. — Objet d'antiquité mexicaine. Il pèse 1605gr. La matière dont il est formé est une jadéite vert olivâtre, à structure cristalline, ayant conservé en partie la forme d'un galet, sur un côté duquel on a sculpté en ronde bosse une figure féminine dont les traits purs et réguliers dénotent l'habileté de l'ouvrier dans le travail d'une matière aussi dure, en même temps qu'un certain savoir artistique. Ce précieux objet fait partie de la collection de M. Malher, qui l'a rapporté du Mexique et a bien voulu me permettre d'en détacher un fragment pour en faire l'analyse. Voici les renseignements qu'il a donnés sur cette découverte archéologique :

« Tête féminine servant de médaillon, prise sur un Indien Tzotzil, qui la portait sur la » poitrine lorsqu'il fut tué dans l'action du 24 juin 1869, près du village San Miguel Mi- » tontic, lors de la rébellion de *los Tzotziles* contre les créoles espagnols, dans l'État de » Chiapa (Mexique). Cet objet d'antiquité remonte à l'époque de la civilisation *Tzendal-* » *Maya-Quiché.* »

JADÉITE ET SUBSTANCES MINÉRALES ANALOGUES TROUVÉES EN EUROPE.

» J'ai dit précédemment qu'on n'a pas encore constaté l'existence de gisements de jadéite en Europe. Les échantillons dont je vais exposer l'analyse, s'ils ne paraissent pas résoudre la question, autorisent cependant d'assez fortes présomptions que cette matière minérale n'est pas étrangère à notre continent.

	L.	M.	N.	O.	P.	R.
Silice	58,51	56,45	57,99	55,82	56,74	54,53
Alumine	21,98	17,02	20,61	10,95	10,02	14,25
Oxyde ferrique	1,10	7,62	2,84	5,68	4,69	3,29
Oxyde chromique	....	....	....	....	0,03	....
Chaux	5,05	4,76	4,89	13,42	14,00	12,40
Magnésie	1,70	2,32	3,33	9,05	9,10	7,50
Soude	11,84	11,46	9,42	6,74	5,40	6,21
Potasse	traces	traces	1,50	traces	traces	traces
	100,18	99,63	100,58	101,66	99,98	98,18
Densités	3,35	3,17	3,16	3,22	3,32	3,31

» *Analyse* L. — Échantillon faisant partie de la collection de M. Pisani, et sur lequel se trouvait collée une étiquette écrite en caractères allemands et portant ces mots : *Grüner Jaspis von M[t] Viso in Piémont.* Cet échantillon, de couleur vert pâle marbré de quelques taches blanches aux contours quadrangulaires, montre une structure cristalline très serrée et presque compacte. Il a même dureté, même densité et fusibilité que la jadéite, et l'on peut remarquer que sa composition se rapproche notablement de celle des jadéites de l'Asie, représentées par les précédentes analyses (A, B, C). L'auteur de l'étiquette, trompé par l'apparence, s'est mépris sur la nature du minéral; mais il est bien à croire qu'il a été exact et sincère dans l'indication du lieu de provenance, et c'est là le point essentiel, puisqu'on en peut induire que la jadéite se trouve dans la région alpestre du mont Viso. J'appelle sur ce point l'attention des géologues et des minéralogistes qui pourront visiter le massif du mont Viso et y rechercher la jadéite.

» *Analyse* M. — Cet échantillon, sous forme d'un galet ovale et à peu près du volume d'un œuf de poule, a été recueilli par l'auteur de ce Mémoire à Ouchy, près Lausanne, et sur les bords du lac de Genève. Sa couleur est le vert glauque. Sa structure est cristalline et lamellaire. Sa dureté et sa fusibilité se rapprochent notablement de celles de la jadéite; mais il en diffère par une densité plus faible et par une proportion d'oxyde ferrique qui paraît remplacer ici une partie de l'alumine.

» *Analyse* N. — Fragment d'une hache en pierre qui m'a été donnée par notre savant et regretté confrère M. Roulin. D'après le seul renseignement qu'il avait pu obtenir, cet objet d'antiquité aurait été trouvé en France. Sa couleur est le vert d'herbe un peu veiné de blanc. Sa structure est cristalline; il montre la dureté et la fusibilité de la jadéite, avec laquelle, au premier aspect, on serait tenté de le réunir; cependant sa faible densité, 3,16, suffit déjà pour l'en distinguer. On remarque quelques rapports de composition entre cette matière et celle du galet trouvé à Ouchy. On peut en inférer aussi qu'un certain nombre de haches en pierre ayant toute l'apparence de la jadéite pourraient bien en être distinctes et se rattacher, par la composition, à la nature de ces roches sodifères, sans proportions définies, qui se trouvent mentionnées plus haut et ci-après.

» *Analyse* O. — Roche vert glauque à structure cristalline. Elle est dure et fusible à peu près au même degré que la jadéite et montre beaucoup de rapports extérieurs avec le galet trouvé à Ouchy. Elle m'a été remise par M. Bertrand de Lom, qui m'a assuré l'avoir recueillie en place, près Saint-Marcel en Piémont, sur la rive gauche du torrent et à la hauteur de l'Agua Verde qui se trouve sur la rive droite. Elle constitue un mince filon dans un quartzite blanc.

» *Analyse* P. — Cette matière provient du val d'Aoste : elle m'a été remise par M. le D[r] Pitorre qui en a recueilli plusieurs échantillons, à l'état de galets, sur les bords de la route d'Aoste au petit Saint-Bernard. Sa couleur est d'un beau vert d'herbe; sa structure est cristalline et un peu fibreuse. Sa dureté, sa densité, sa fusibilité sont très voisines de celles de la jadéite; mais elle renferme trop peu de soude et d'alumine, et une trop forte proportion de chaux et de magnésie pour qu'on puisse la rapporter à cette espèce. Il est à remarquer que sa composition se rapproche notablement de celle exposée par les analyses D, E sur les roches vertes du continent asiatique.

» *Analyse* R. — Substance verte à structure cristalline qui empâte de nombreux grenats

rouges et forme un filon dans le terrain de gneiss, au nord de Fay près Nantes (Loire-Inférieure). Les géologues ont donné à ce genre de roches le nom d'*éclogite*. La partie verte séparée des grenats montre une dureté, une densité et une fusibilité approchant de celles de la jadéite; mais sa composition ne permet pas de l'y réunir. On remarquera toutefois qu'elle renferme un peu plus de 6 pour 100 de soude. Dans les essais que j'ai faits sur plusieurs variétés d'éclogites de diverses provenances, j'ai toujours constaté, dans ces roches, la présence de 5 à 8 pour 100 de cette base alcaline.

» Comme complément à ce travail, je dois ajouter que, d'après les renseignements communiqués à M. le professeur Fischer, de Fribourg, par un savant voyageur qui a parcouru les parties méridionales du continent asiatique, la jadéite se trouve à l'état de galets et de blocs plus ou moins volumineux transportés, soit par les glaciers, soit par les cours d'eau, sur le versant méridional de la chaîne du Thibet, et notamment en Birmanie. M. Halphen, joaillier à Paris, en a fait venir une quantité dont le poids s'élevait à plusieurs centaines de kilogrammes. Parmi ces blocs, un très petit nombre montre, en certaines places, la belle couleur vert d'émeraude, avec des nuances plus ou moins claires. Quelques-uns sont teintés de rose, d'orangé ou de vert olivâtre, mais la plupart sont blancs ou grisâtres. Tous montrent la structure cristalline, une densité de 3,30 à 3,35 et une grande fusibilité.

» La jadéite, à raison de son abondance et du volume de ses blocs dans les terrains erratiques du Thibet, pourrait prendre place dans la classification des roches simples. Il y a lieu de présumer que, s'associant encore à d'autres espèces minérales, elle doit former aussi des roches composées, comme on le voit pour la saussurite dans les euphotides, les feldspaths dans les roches granitiques, etc.

» En résumé, il est bien constaté qu'il existe des gisements de jadéite en Asie, et particulièrement dans la région du Thibet. Il n'est pas douteux, à mon avis, qu'il s'en trouve également sur le continent américain, peut-être au Mexique et probablement encore, d'après les observations de La Condamine et de Humboldt, dans les contrées de l'Amérique du Sud avoisinant le fleuve des Amazones.

» Il serait prématuré sans doute d'affirmer, dès aujourd'hui, que cette matière minérale existe aussi parmi les terrains du continent européen; mais les analyses et les observations que j'ai présentées ci-dessus permettent du moins d'augurer qu'on en trouvera quelque gisement, soit dans la chaîne des Alpes, soit dans tout autre lieu peu distant de cette

région. Si cette prévision se vérifie, la présence des haches en jadéite sur notre continent trouvera son explication naturelle, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'hypothèse de la migration d'anciennes peuplades asiatiques. »

M. **Boussingault** ajoute, à propos de la Communication précédente, qu'il a examiné, après La Condamine et de Humboldt, les pierres du fleuve des Amazones connues sous le nom de *pierres des Amazones*. On ne les a encore rencontrées qu'en galets, et beaucoup de ceux-ci ont été façonnés par les anciens Indiens.

M. **Daubrée** fait remarquer qu'il est facile de comprendre que certaines substances minérales ne soient encore connues qu'à l'état de cailloux. Sans parler des substances lourdes, telles que le platine, le diamant et d'autres gemmes, qui, en raison de leur forte densité, se sont concentrées dans des lavages naturels, des substances très tenaces, comme la néphrite ou la jadéite, au lieu d'être triturées en parties impalpables, sont restées en fragments volumineux. C'est ainsi qu'elles se trouvent en bien plus forte proportion dans les alluvions que dans les roches en place dont elles dérivent. De plus, dans le cas où elles ont une couleur prononcée, elles attirent le regard, après que leur surface a été polie par les frottements naturels; tant que la substance reste engagée dans des roches, elle se dérobe à la vue sous une cassure rugueuse, sous la poussière ou sous la terre végétale.

PHYSIQUE. — *Etude sur l'électricité se manifestant à bord des navires actuels. Remarques incidentes concernant : 1° l'influence du mode d'ajût ou de soudure dans les circuits électriques complexes; 2° le principe d'un hygromètre électrique et d'un avertisseur d'incendie.* Note de M. **A. Ledieu**.

« L'éminent et regretté M. Becquerel s'est livré en 1864, dans le port de Toulon, à des expériences importantes sur les causes d'altération du blindage des cuirassés. Le Rapport magistral qui renferme l'exposé et le commentaire de ces expériences se trouve inséré, entre autres, dans le *Mémorial du Génie maritime* (2e série, 1865).

» Depuis lors, des dispositions tout à fait différentes du système analysé

par le savant académicien ont été adoptées dans les grandes marines pour prévenir les altérations sus-spécifiées. On les a, en outre, appliquées aux croiseurs extra-rapides à coque en fer, qu'il importe de mettre à l'abri des pertes notables de vitesse, inhérentes aux coques de l'espèce au bout de quelque temps de mer.

» Les dispositions dont il s'agit consistent, en principe, à recouvrir d'un soufflage en bois toutes les parties en fer immergées, et à clouer par-dessus un doublage en cuivre suivant le mode habituel. Le soufflage étant fixé au fer par des pièces métalliques, l'agencement donne lieu à une pile complexe, dont j'ai étudié la nature et les fonctions.

» Ayant été amené à m'occuper dès l'abord de la conductibilité du bois du soufflage, j'ai expérimenté sur des parties de coques émergées et dépouillées de leur cuivre. Dans ces expériences, je remarquais bien vite qu'en mettant les rhéophores en contact avec des clous du soufflage qu'on avait négligé d'enlever, et éloignés entre eux jusqu'à 10^m, j'obtenais, pour le courant de la pile d'essai, une intensité incomparablement plus grande qu'en me bornant à toucher seul le bois humide.

» Cette circonstance me fit voir que, dans les jonctions des parties de différentes espèces formant les circuits électriques complexes, on ne s'est pas préoccupé jusqu'ici de l'influence du degré d'intimité des ajûts. Pour préciser le phénomène, j'eus recours à un morceau de bois de chêne bien séché, et dans lequel furent enfoncés des clous de cuivre à diverses distances les uns des autres; puis je fis passer le courant en mettant les rhéophores en contact avec les différents clous.

» En suivant les variations d'intensité du courant, je m'aperçus encore que, toutes choses égales d'ailleurs, l'état de l'atmosphère se faisait sentir d'une manière sensible sur les observations.

» Après divers tâtonnements, je m'arrêtai à la série d'expériences résumées dans le Tableau ci-joint, où les résultats d'observation ont été systématiquement groupés suivant une échelle croissante des relevés psychrométriques.

PSYCHROMÈTRE.		BOIS DE CHÊNE SÉCHÉ PROVENANT D'UN BATIMENT EN DÉMOLITION, portant quelques clous de cuivre complètement enfoncés, et dont la surface de pénétration = $0^{mq},000518$.				
Tension en millimètres.	Humidité relative en centièmes.	Nombre d'éléments Leclanché formant la pile dont les rhéophores étaient mis en contact avec les clous du bois.	Distance des clous entre eux dans le sens des fibres du bois, en mètres.	Déviations d'un galvanomètre ordinaire Ducretet, introduit dans le courant, et de résistance = 10 ohms.	Déviations précédentes converties en déviations d'une boussole de sinus, de résistance = $0^{ohm},377$ et de coefficient K = 0,548 α.	Intensité du courant en webers : I = K × sin α.
			m	°	° ′	
13,12	62	10	0,08	9	0.23	0,003660
14,34	65	»	»	11	0.26	0,004144
14,81	66	»	»	12	0.27	0,004304
13,57	69	»	»	13	0.28	0,004463
16,65	75	»	»	17	0.32	0,005101
13,77	76	»	»	17	0.32	0,005101
14,25	78	»	»	18	0.33	0,005260
13,17	62	»	0,16	8	0.21	0,003347
14,34	65	»	»	10	0.25	0,003990
14,81	66	»	»	10	0.25	0,003990
13,57	69	»	»	11	0.26	0,004144
16,65	75	»	»	15	0.30	0,004782
13,77	76	»	»	15	0.30	0,004782
14,25	78	»	»	16	0 31	0,004941
13,17	62	»	0,25	6	0.17	0,002719
14,34	65	»	»	9	0.23	0,003666
14,81	66	»	»	9	0.23	0,003666
13,57	69	»	»	9	0.23	0,003666
16,65	75	»	»	12	0.27	0,004304
13,77	76	»	»	12	0.27	0,004304
14,25	78	»	»	15	0.30	0,004782
13,17	62	»	0,30	2	0.09	0,001434
14,34	65	»	»	2	0.09	0,001434
14,81	66	»	»	2	0.09	0,001434
13,57	69	»	»	3	0.11	0,001753
16,65	75	»	»	5	0.15	0,002391
13,77	76	»	»	5	0.15	0,002391
14,25	78	»	»	6	0.17	0,002719

NOTA.— Il importe de compléter le Tableau suivant par les remarques que voici : 1° les résultats donnés sont des moyennes; 2° la pile n'étant pas à intensité constante, les indications du galvanomètre s'en sont trouvées entachées comme régularité; 3° les rhéophores étaient terminés par deux petites plaques de cuivre, qu'on appuyait sur les têtes des clous; 4° l'application des plaques sur le bois seul, à côté des clous, ne donnait aucun mouvement à l'aiguille du galvanomètre.

» Au lieu de fixer les clous sur une même face du bois pour rendre

celui-ci conductible, on peut les enfoncer dans deux faces opposées correspondant à une épaisseur de $0^m,30$ et au delà, selon l'état d'humidité du bois. Bien plus, on obtient alors le même degré de conductibilité, en substituant aux clous deux plaques de métal d'une étendue suffisante, propre à chaque cas, et appuyées fortement sur le bois.

» Nous noterons, par ailleurs, qu'en interrompant le jeu de la pile on constate un courant *secondaire*. Ce courant, pour un même temps (dix minutes) d'emmagasinement d'électricité, varie comme impulsion et comme durée (une minute et demie à deux minutes et demie) avec le degré d'humidité du bois. Nous n'insisterons pas sur cette constatation, en raison de l'infériorité du procédé qui nous occupe pour produire des courants secondaires.

» En revanche, le fait topique de l'action de pièces métalliques enfoncées dans du bois, pour accroître considérablement la conductibilité de celui-ci, mérite d'être pris en considération pour nombre d'appareils électriques. Ainsi, il arrive souvent que les bornes métalliques destinées à atteler les fils d'une pile sont vissées dans une planchette en bois. Or, d'après nos expériences, si le bois devient légèrement humide par influence atmosphérique, et que la pile soit un peu puissante, il se produit à travers son épaisseur, par l'intermédiaire des bornes, une dérivation assez importante, à laquelle on ne semble pas avoir pensé jusqu'ici. Il faudrait donc prévenir cet inconvénient par un bon vernissage du bois de la planchette, après dessèchement complet préalable.

» Même observation au sujet des languettes et bagues de cuivre pour commutateurs ou collecteurs, montées sur bois, que l'on rencontre particulièrement dans les moteurs électriques et les machines dynamo-magnétiques ou magnéto-électriques. Il y aurait avantage à fixer lesdites languettes et bagues par une simple incrustation dans le bois, en logeant de plus entre elles et celui-ci une couche de matière isolante.

» Il reste à dire que, quand on se sert de courants induits, les dérivations qui nous occupent sont encore plus accentuées, puisque la tension électrique y est bien plus grande que sur les courants inducteurs. Ainsi, un courant induit pourrait ne pas passer à la surface du bois et circuler néanmoins par son intérieur, d'ordinaire plus humide, après y avoir pénétré grâce au mode d'ajût.

» Il suffit de jeter les yeux sur le Tableau précédent pour en déduire le principe d'un hygromètre électrique, qui sera surtout utile pour mesurer la

rosée. On voit aussi qu'il en ressort la construction d'un avertisseur d'incendie.

» Ce dernier instrument consistera en un morceau de bois, relié aux fils d'une pile à courant constant (comme les piles à sulfate de cuivre) par l'intermédiaire de fortes vis en cuivre enfoncées jusqu'à la tète. Ce morceau de bois sera maintenu à un très léger degré d'humidité, à l'aide d'une enveloppe en étoffe spongieuse en communication permanente, par une tresse de même substance, avec un réservoir d'eau. Il sera logé à l'intérieur du compartiment (soute à poudres, à charbon, etc.), dont on se proposera de connaître les modifications profondes de température. La pile sera placée en dehors, et l'on interposera un galvanomètre très sensible dans son circuit. Ce galvanomètre indiquera, par les mouvements de son aiguille, les variations de séchage du bois. Il sera mis bien en vue, et, à la rigueur, son aiguille pourra faire partir une sonnerie électrique, quand elle se rapprochera du zéro. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le rôle de l'acide phosphorique dans les sols volcaniques.* Note de M. P. DE GASPARIN.

« Dans un Travail récemment publié, M. le professeur Ricciardi, qui vient de se livrer à une étude sur les terrains dérivés de l'Etna, a signalé la présence dans ces terrains, en proportion variable, d'un minéral, l'*anitrite phosphorique*. Il faut remarquer que cette présence n'est pas mentionnée dans le Travail spécial de M. Valtershausen, publié à Leipzig en 1880. Enfin, abordant les questions agronomiques, M. Ricciardi attribue la fertilité et la mise en production rapide des terrains éruptifs de l'Etna à la présence de ce minéral.

» Sans vouloir diminuer en rien le mérite des recherches de M. le professeur Ricciardi, je puis dire que l'Académie connaît depuis longtemps la richesse en acide phosphorique des terrains volcaniques modernes et anciens, et j'ai moi-même, sans prétendre au titre d'inventeur, signalé cette propriété dans mon petit Traité publié dans les *Mémoires de la Société nationale d'Agriculture* en février 1872. J'en ai donné des exemples dans la vigne du professeur Gemellara, sur la route de Catane à l'Etna, dans la célèbre vigne de Lacryma-Christi, et dans les terrains de Pont-du-Château, dans la Limagne d'Auvergne.

» J'ai pensé qu'il serait intéressant pour l'Académie d'avoir de nouveaux exemples, et j'ai soumis à l'analyse la série suivante de terrains du Vésuve (dosage rapporté au poids de l'échantillon) :

	Acide phosphorique anhydre en dix-millièmes.
1. Somma, lapilli, tour du cratère	80
2. Entre le pied de la Somma et l'Hermitage	78
3. Vigne de Lacryma-Christi	36
4. Dépôt supérieur de Pompéi	16
5. Terrains de Capoue, près l'amphithéâtre	65
Je rappelle la vigne Gemellara, à l'Etna	62

» La pauvreté relative du dépôt supérieur de Pompéi tient évidemment à ce que ce dépôt a été formé uniquement par voie aérienne et abonde en fragments de pierre ponce très légère.

» Je n'insiste pas sur le détail de ces analyses. Je me borne à remarquer que la richesse en potasse attaquable à l'eau régale est énorme, de 45 millièmes du poids dans les lapilli, également de 45 millièmes au n° 2, de 35 millièmes au n° 3, de 25 millièmes au n° 4, et est encore de 6 millièmes dans les terrains si célèbres par leur fertilité et si anciennement cultivés situés près de Capoue.

» Mais je dois faire, en terminant, une dernière remarque sur l'opinion émise par M. Ricciardi, attribuant à l'abondance de l'acide phosphorique la fertilité rapide et exceptionnelle des terrains dérivés de l'Etna.

» Sans doute il est très précieux pour les agriculteurs d'avoir dans leurs terrains un réservoir d'acide phosphorique en quelque sorte inépuisable : ils ont une préoccupation de moins. Toutefois, cette surabondance n'entre pour rien dans les phénomènes de végétation. Un jardin exubérant de fertilité entre Catane et Nicolosi ne contient que 2 millièmes d'acide phosphorique ; les terres de la plaine du Vistre à Nîmes, de Saint-Contest à Caen, de Castro Giovanni (Etna) en Sicile n'en contiennent guère plus de 1 millième. Les terres d'alluvion de l'Ardèche et du Rhône descendent encore au-desssous.

» En résumé, malgré toute la valeur d'un approvisionnement considérable d'acide phosphorique, la fertilité d'un sol ne dépend pas, à un moment donné, de cet excès. Un dosage au-dessus de 5 dix-millièmes est très suffisant, et si les terrains, comme ceux de Caen et de Nîmes, sont entretenus par les apports des villes, ceux des sols d'alluvion par les visites des rivières, ils n'ont rien à envier au point de vue de la production. Enfin, la rapidité

de la mise en produit des terrains de l'Etna tient surtout à la concomitance de formations boueuses et au climat, qui hâte la décomposition des laves, en sorte que l'approvisionnement en matériaux organiques se présente ou se forme avec une promptitude exceptionnelle.

» Ainsi la vigne Gemellàra contient 21 pour 100 de matières organiques; une terre blanche, cultivée en oseraies, au sommet de l'Epomeo, 8 pour 100; une terre de la Solfatara, en châtaigniers, 20 pour 100; une terre de Torre di Lipera, de Catane à Nicolosi, plus de 4 pour 100, et la terre en jardin précédemment citée, entre Catane et Nicolosi, 4,5 pour 100. Les formations volcaniques du Vésuve citées dans cette Note n'offrent rien de comparable, sauf à Capoue, où une antique succession de cultures a constitué un approvisionnement de 4 pour 100 en matériaux organiques. »

VITICULTURE. — *Les vignes du Soudan de feu Th. Lécard.*
Note de M. **J.-E. Planchon**.

« Plutôt vaguement esquissées que méthodiquement décrites, les vignes soi-disant annuelles de feu le regretté voyageur Th. Lécard sont restées pour les botanistes des énigmes à peu près indéchiffrées. Les efforts tentés pour rapprocher ces espèces d'autres espèces connues ne pouvaient aboutir qu'à des conjectures incertaines ([1]). La seule manière de sortir de ces assimilations vagues, c'était d'avoir sous les yeux les échantillons secs de ces vignes et de les comparer soit avec des exemplaires d'herbier, soit avec des descriptions bien faites des Ampélidées de l'Afrique tropicale. Grâce à l'obligeance de Mlle Victoire Lécard, j'ai pu satisfaire ce désir, en étudiant un tableau formé d'exemplaires secs des vignes rapportées par son frère et qu'elle assure répondre exactement aux noms qui leur ont été assignés par lui dans la brochure qu'il a publiée à Saint-Louis du Sénégal, en 1880 (*Notice sur les vignes du Soudan, découvertes, études et observations*, in-8°, 16 pages). Ce sont les résultats sommaires de cette étude que je voudrais consigner ici, réservant pour un travail ultérieur les détails auxquels pourra donner lieu la connaissance plus complète des cinq espèces en question.

» Et d'abord que faut-il entendre par le tubercule du *Vitis Lecardii*, assi-

(1) Consulter à ce sujet J.-E. Planchon, dans le journal *la Vigne américaine*, novembre 1880, p. 346-349 et février 1881; Alph. Lavallée, *Les vignes du Soudan*, Communication faite à la Société nationale d'Agriculture de France, séance du 19 janvier 1881, brochure in-8°.

milé par Lécard aux tubercules des dahlias et par conséquent supposé appartenir, au moins en grande partie, au système de la racine? On pouvait, d'après certaines analogies, soupçonner que ce renflement répondait non à la racine, mais à la base épaissie de la tige principale des *Vitis macropus* Welwitsel, *Bainesii* J.-D. Hork, et autres Ampélidées tubéreuses de l'Afrique tropicale. A quelques détails près, cette assimilation est exacte. Autant que j'ai pu en juger par un échantillon unique, imparfaitement conservé, ce renflement basilaire de la tige du *Vitis Lecardii* est une souche vivace, de forme irrégulièrement ovoïde, portant à sa base plusieurs racines et à son sommet plusieurs tiges, peut-être de divers âges et probablement annuelles. La masse de ce renflement étant, à l'état sec, très légère, il y a lieu de penser qu'elle a pu être charnue. Mais il resterait à déterminer dans quelle mesure la souche en question pourra se conserver hors de terre à la manière des dahlias. Je ne veux, à cet égard, hasarder aucune conjecture. Mieux vaut attendre l'expérience que se prononcer d'avance d'après des analogies souvent trompeuses.

» Le caractère commun des Ampélidées de feu Lécard, c'est de tenir une place à beaucoup d'égards intermédiaire entre les *Cissus* à quatre pétales étalés en croix, les *Ampelopsis* à cinq pétales ouverts en étoile et les *Vitis* par excellence, dont la corolle pentamère se détache tout d'une pièce sous forme de capuchon. Le nombre des pétales y est variable (cinq chez les *Vitis Durandii*, *Chantinii* et *Hardyi*, quatre chez les fleurs du *Vitis Lecardii* que j'ai pu examiner). Mais ce nombre pourrait bien varier dans la même espèce et la cohérence des pétales s'y présenter çà et là comme caractère accidentel, de même qu'il arrive, en sens inverse, aux vrais *Vitis*, d'avoir des fleurs qui s'ouvrent en étoile.

» Les graines de toutes les vignes en question ont des traits qui les distinguent nettement de celles des vrais *Vitis*. Elles sont grosses, aplaties, avec une carène saillante portant la partie descendante du raphé; le dos de la graine offre une dépression chalazique allongée en spatule et non arrondie comme celle des vignes. Les bords de ces graines portent des sillons transverses, sinueux, séparés par des tubercules irréguliers. Des caractères semblables sont attribués par M. Lawson (*Hooker's flora of british India*) au *Vitis latifolia* Roxb., c'est-à-dire à l'une des Ampélidées qui semblent se rapprocher le plus des espèces de Lécard.

» Si ce n'était chose prématurée de donner à ces vignes du Soudan et à leurs analogues de l'Inde un nom qui les réunisse en sous-genre dans le grand genre *Vitis*, je proposerais de les appeler *Ampelo-Cissus*. Avec le

facies et les feuilles des vignes d'Europe elles ont un mode d'inflorescence qui tient à la fois du thyrse et de la cyme; les fleurs y sont comme fasciculées aux extrémités des divisions de l'inflorescence, qui, plusieurs fois bifurquée, passe à la cyme des vrais *Cissus*.

» Des cinq espèces de Lécard, je n'ai pu en identifier qu'une seule avec une Ampélidée déjà décrite. Ainsi que je l'avais conjecturé d'après des lambeaux de description, son *Vitis Durandii*, comparé avec un exemplaire du *Cissus rufescens* de la flore d'Abyssinie (*Vitis cæsia* Afzel., d'après Baker), s'y montre tout à fait identique. De fins denticules en forme de cils qui se détachent du bord de la feuille sont un des caractères de l'espèce, laquelle varie à feuilles entières ou légèrement lobées.

» Le *Vitis Chantinii* Lécard est très voisin du *Vitis abyssinica* de Hochstetter (collection Schimper ou herbier Delile), lequel a été rapproché, non sans raison, par Hochstetter lui-même, du *Vitis latifolia* de Roxburgh, espèce de l'Inde que je soupçonne se retrouver à l'île Bourbon et à Madagascar.

» Le *Vitis Faidherbii* Lécard, remarquable par ses feuilles, arrondies à cinq lobes peu marqués et obtus, semble être très rapproché du *Vitis Schimperiana* Hochst., (d'Abyssinie), plante récoltée dans le Sennaar par Figari et qui porte dans l'herbier Delile le nom manuscrit de *Cissus cocolobifolius*.

» A n'en juger que par les feuilles et les fleurs, l'échantillon de *Vitis Hardyi* de l'herbier Lécard serait de la même espèce que l'échantillon de son *Vitis Faidherbii*. Chez les deux, ce sont les mêmes feuilles arrondies à dents du pourtour très courtes et mucronées. Seulement, chez le *Vitis Faidherbii*, les lobes des feuilles sont un peu plus accusés; mais on sait combien un tel caractère a peu d'importance chez des plantes aussi naturellement hetérophylles que les Ampélidées.

» Du reste, l'exemplaire étiqueté *Vitis Faidherbii* ne répond pas à la description que Lécard donne de cette dernière espèce, à laquelle il attribue des feuilles laciniées, à teinte d'*un violet cuivré*, deux caractères que je retrouve dans l'échantillon étiqueté *Vitis Lecardii*, ce qui me fait craindre que, dans la confection du cadre où toutes ces espèces ont été réunies d'après son herbier, il n'y ait eu des confusions et des transpositions de noms.

» C'est, en tout cas, par une confusion de langage que Lécard a appelé *laciniées* des feuilles simplement palmatifides. Aucune des vignes ne montre des feuilles profondément découpées : aucune surtout ne peut être comparée à la vigne vierge, comme il l'a fait pour sa *vigne à bois blanc* des pages 6 et 8 de sa brochure.

» Ces confusions, qu'explique la mort prématurée de l'infortuné voyageur, doivent nous rendre très réservés dans l'interprétation de ses Notes au moyen des échantillons d'herbier qu'on a tirés de ses collections et groupés peut-être un peu arbitrairement dans le Tableau qu'il m'a été permis d'étudier. Les choses s'élucideront peut-être lorsque les graines de ces plantes auront donné des sujets fleuris et fructifiés. En attendant, il m'a semblé utile de donner une idée de l'ensemble de ces vignes intéressantes. Je le fais au point de vue exclusivement botanique, réservant à l'expérience le soin de prononcer sur la valeur pratique de ces plantes et sur leur supposée acclimatation. Tout ce que je puis dire à cet égard, c'est que la rusticité, sous le climat de Marseille, d'une espèce de *Cissus* (*Cissus Rocheana*, Planch.), originaire de l'intérieur de Sierra Leone, prouve qu'il ne faut pas trop se hâter de juger du tempérament des plantes d'après des notions générales, mais qu'il faut soumettre chaque espèce à la culture avant de vouloir en préjuger l'échelle de résistance aux conditions du milieu nouveau dans lequel on les transporte.

» Les photographies d'ensemble des vignes Lécard et de la souche du *Vitis Lecardii* que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie ont été faites par un artiste distingué, M. Isard, attaché au laboratoire de mon ami M. le professeur Foëx, à l'École d'Agriculture de Montpellier. Elles font partie d'un bel ensemble de documents sur les vignes qui fait honneur à cette École et au professeur qui préside à cette précieuse collection. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-L. Krarup-Hansen** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Ventilation modérée, spécialement à l'égard des écoles ».

(Renvoi à l'examen de M. Hervé Mangon.)

M. **Fréd. Blanc** adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'Académie reçoit, pour les différents Concours dont le terme est fixé au 1er juin, outre les Ouvrages imprimés mentionnés au Bulletin bibliographique, les pièces suivantes :

PRIX BORDIN (SCIENCES PHYSIQUES).

Anonyme. — *De l'influence qu'exerce le milieu sur la végétation, la forme et*

la structure des plantes. Mémoire portant pour épigraphe : « *Cur cepa non fieret, Minerva judice, laurus?* »

CONCOURS MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

MM. **Dieulafoy** et **Krishaber.** — *De l'inoculation du tubercule sur le singe.*

M. **Réal.** — *Traitement de l'érysipèle, soit spontané, soit traumatique.*

M. **V. Burq.** — *Du cuivre contre le choléra.* Mémoires manuscrits accompagnés de pièces imprimées.

M. **Harzé.** — *Instrument destiné à faire connaître le point de cuisson d'une viande soupçonnée de trichinose.*

CONCOURS MONTYON (ARTS INSALUBRES).

M. **Th. Bonnotte.** — *Produits destinés à débarrasser les générateurs à vapeur des incrustations et à les préserver des fuites d'eau.*

CONCOURS BRÉANT.

M. **L.-E. Dupuy.** — *Des injections sous-cutanées d'éther sulfurique. De leur application au traitement du choléra dans sa période algide.*

M. **Foulquier.** — *Remède contre l'invasion du choléra morbus.*

Anonyme. — *A propos du choléra.*

Notes de MM. **J. Allègre, M. Allègre, Guilleminot.**

CONCOURS BARBIER.

M. **H.-A. Lotar.** — *Anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des Cucurbitacées.*

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *La parallaxe solaire déduite des photographies américaines du passage de Vénus de* 1874. Note de M. **Todd**, présentée par M. Tisserand.

« Dans la première Partie d'un Volume qui vient de paraître, *General discussion of results,* se trouve la plus grande partie des données nécessaires pour déduire la parallaxe solaire soit des photographies du passage de Vénus, soit des observations optiques des contacts. Nous nous limite-

rons ici aux résultats photographiques. On trouve dans le Volume mentionné plus haut, pages 104-117, les équations de condition déduites des mesures des épreuves photographiques. Les inconnues qui figurent dans ces équations sont la correction dA de la différence d'ascension droite entre le Soleil et Vénus, la correction dD de la différence de déclinaison et la correction $d\varpi$ de la valeur adoptée pour la parallaxe solaire. Chaque épreuve photographique a donné lieu à deux équations de condition, l'une pour la distance, l'autre pour l'angle de position. Les épreuves photographiques ont été au nombre de 213, réparties comme il suit entre les diverses stations :

Hémisphère nord.		*Hémisphère sud.*	
Wladiwostok......	13	Kerguélen........	8
Nagasaki.........	45	Hobart-Town.....	37
Pékin............	26	Campbelltown.....	32
		Queenstown.......	45
		Ile Chatham......	7

» Les équations de condition ne peuvent pas être regardées comme définitives, en ce sens que les longitudes des stations pourront recevoir plus tard certaines corrections.

» Les équations de condition répondant aux distances ont donné lieu aux équations normales suivantes :

$$\begin{aligned}
&+23{,}99\,dA + 24{,}71\,dD - 28{,}72\,d\varpi - 82{,}17 = 0,\\
&+24{,}71\,dA + 184{,}46\,dD - 3{,}16\,d\varpi - 439{,}51 = 0,\\
&-28{,}72\,dA - 3{,}16\,dD + 484{,}51\,d\varpi + 21{,}72 = 0,
\end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned}
dA &= +1'',181 \pm 0'',202,\\
dD &= +2'',225 \pm 0'',070,\\
d\varpi &= +0'',0397 \pm 0'',0418.
\end{aligned}$$

» On a obtenu de même, en partant des angles de position, les équations normales ci-dessous :

$$\begin{aligned}
&+8\,682\,117\,dA - 1\,404\,261\,dD - 138\,999{,}20\,d\varpi - 142\,109{,}4 = 0,\\
&-1\,404\,261\,dA + 1\,521\,370\,dD - 25\,093{,}11\,d\varpi + 10\,442{,}1 = 0,\\
&-138\,999{,}20\,dA - 25\,093{,}11\,dD + 7\,326{,}76\,d\varpi + 2\,651{,}6 = 0.
\end{aligned}$$

On en tire

$$dA = +1'',109 \pm 0'',109,$$
$$dD = +0'',637 \pm 0'',224,$$
$$d\varpi = +0'',0252 \pm 0'',0595.$$

En combinant les deux systèmes de valeurs de dA, dD et $d\varpi$, on obtient finalement

$$dA = +0^s,075 \pm 0^s,006,$$
$$dD = +2'',083 \pm 0'',067,$$
$$d\varpi = +0'',035 \pm 0'',034.$$

La valeur provisoire de ϖ étant $8'',848$, on arrive à

$$\varpi = 8'',883 \pm 0'',034. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de deux variables qui naissent de l'inversion des intégrales de deux fonctions données;* par M. L. FUCHS. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« J'ai publié sous ce titre, dans les *Mémoires de la Société royale de Göttingue* (t. XXVII), un travail dont voici les principaux résultats.

» Je considère des fonctions $f(z)$, $\varphi(z)$, uniformes ou non uniformes, qui admettent pour les points critiques $z = a$ et $z = \infty$ des développements suivant les puissances entières de $(z-a)^{\frac{1}{n}}$ ou $\left(\frac{1}{z}\right)^{\frac{1}{n}}$ (n étant entier et positif), le nombre des termes où les exposants de ces puissances sont négatifs étant fini. J'admets encore que ces puissances puissent être multipliées par des puissances de $\log(z-a)$ ou $\log\frac{1}{z}$, dont les exposants entiers et positifs soient toujours finis. Enfin, je pose la restriction que les plus petits exposants de $z-a$ ou de $\frac{1}{z}$, dans les termes multipliés par des logarithmes, ne surpassent pas l'unité positive ou négative, ce qui revient à dire que les intégrales de ces termes sont respectivement infinies pour $z = a$ et $z = \infty$.

» Si la variable z décrit un chemin entourant une infinité de fois une partie des points critiques, il peut arriver que le quotient $\zeta = \frac{\varphi(z)}{f(z)}$ prenne une valeur γ, indépendante de z. Je suppose alors que, z décrivant le même chemin, une au moins des intégrales $\int f(z)\,dz$, $\int \varphi(z)\,dz$ devienne infinie.

De même, si pour une valeur déterminée $z=b$, et en suivant un chemin d'une étendue finie, ζ acquiert une de ces valeurs que je viens de désigner par γ, je suppose aussi qu'au moins une des intégrales $\int f(z)\,dz$, $\int \varphi(z)\,dz$ devient infinie pour $z=b$.

» Cela étant, je me propose de trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour que les fonctions z_1, z_2 des variables *indépendantes* u_1, u_2, définies par les équations

$$(A)\qquad \begin{cases} \int_{\delta_1}^{z_1} f(z)\,dz+\int_{\delta_2}^{z_2} f(z)\,dz=u_1, \\ \int_{\delta_1}^{z_1} \varphi(z)\,dz+\int_{\delta_2}^{z_2} \varphi(z)\,dz=u_2 \end{cases}$$

satisfassent à une équation du second degré dont les coefficients soient uniformes pour toutes les valeurs finies des variables u_1, u_2.

» Les fonctions z_1, z_2 ne pourraient cesser d'être holomorphes que lorsque u_1, u_2 deviennent égales respectivement aux valeurs v_1, v_2 pour lesquelles l'une ou l'autre des quantités z_1, z_2 devient infinie ou égale à un des points critiques des fonctions $f(z)$, $\varphi(z)$, ou bien quand un des quotients $\zeta_1=\frac{\varphi(z_1)}{f(z_1)}$, $\zeta_2=\frac{\varphi(z_2)}{f(z_2)}$ acquiert une valeur γ indépendante de z_1 ou z_2, ou enfin lorsque les quantités z_1, z_2 sont liées par l'équation

$$(B)\qquad f(z_1)\,\varphi(z_2)-f(z_2)\,\varphi(z_1)=0.$$

Mais ici l'on doit faire une remarque importante, qui constitue une distinction caractéristique entre les fonctions d'une seule variable et celles de plusieurs variables, et dont il suffit de donner l'explication pour notre exemple. Ou les valeurs de z_1, z_2 qui correspondent aux valeurs $u_1=v_1$, $u_2=v_2$ peuvent être atteintes quels que soient les derniers éléments des chemins par lesquels les variables u_1, u_2 tendent aux points v_1, v_2 : alors les points v_1, v_2 peuvent être des points de ramification des fonctions z_1+z_2, z_1z_2 de u_1, u_2, c'est-à-dire qui ont la propriété que, u_1, u_2 tournant autour de v_1, v_2, les fonctions z_1+z_2, z_1z_2 changent de valeurs. Ou ces valeurs de z_1, z_2 ne peuvent être atteintes qu'en supposant une relation entre les derniers éléments des chemins de u_1, u_2 : alors les points v_1, v_2 ne peuvent être que des points d'indétermination, mais non de ramification, parce que l'on suppose que les variables u_1, u_2 sont indépendantes l'une de l'autre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les expressions des coordonnées d'une courbe algébrique par des fonctions fuchsiennes d'un paramètre.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« On connaît les intéressantes recherches de M. Poincaré sur les fonctions uniformes, considérées seulement par M. Fuchs dans quelques cas particuliers, et qui peuvent s'obtenir par l'inversion du quotient de deux intégrales d'une équation linéaire du second ordre. M. Poincaré partage ces fonctions en différentes classes, suivant le groupe fuchsien auquel elles appartiennent, et établit qu'entre deux fonctions fuchsiennes correspondant à un même groupe existe une relation algébrique. Prenant en quelque sorte la question inverse, je voudrais indiquer une marche à suivre pour reconnaître si l'on peut exprimer les coordonnées u et v d'un point quelconque d'une courbe algébrique donnée

$$\text{(I)} \qquad F(u, v) = 0$$

par des fonctions fuchsiennes d'un paramètre correspondant à un groupe fuchsien donné.

» Je prendrai pour point de départ une proposition dont j'ai déjà fait usage dans une autre occasion. Si u et v sont deux fonctions méromorphes d'une variable z dans une certaine région du plan, liées par la relation (I), l'expression $\dfrac{f(u,v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u,v)}$, f étant tel que $\displaystyle\int \frac{f(u,v)\,du}{F'_v(u,v)}$ soit une intégrale de première espèce, est uniforme et continue dans cette région. Nous écrirons donc ici

$$\frac{f(u,v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u,v)} = G(z),$$

et $G(z)$ n'aura de points singuliers que sur le cercle fondamental. Cela posé, $\dfrac{az+b}{cz+d}$ représentant une substitution quelconque du groupe fuchsien donné, on aura

$$\text{(II)} \qquad G\left(\frac{az+b}{cz+d}\right) = (cz+d)^2\, G(z).$$

» Or nous allons voir que cette relation sert à définir la fonction G à un nombre déterminé de constantes près. Remarquons tout d'abord qu'à l'in-

térieur de tout polygone curviligne R du réseau correspondant au groupe fuchsien [1], toute fonction $G(z)$ satisfaisant aux conditions (II) aura un nombre n de racines, nécessairement déterminé, quand le groupe est donné. Or, soient maintenant

$$G_0(z),\ G_1(z),\ \ldots,\ G_n(z)$$

$n+1$ fonctions satisfaisant aux équations (II), et entre lesquelles il n'existe pas de relation homogène et linéaire à coefficients constants; $G(z)$ aura nécessairement la forme

$$G(z) = A_0 G_0(z) + A_1 G_1(z) + \ldots + A_n G_n(z),$$

où les A sont des constantes. Soient, en effet, $z_1, z_2, \ldots, z_n$ les racines de $G(z)$ dans un polygone R; on peut choisir les constantes A de manière que l'expression $A_0 G_0(z) + \ldots + A_n G_n(z)$ s'annule précisément pour z_1, $z_2, \ldots, z_n$, et l'on voit de suite que le quotient

$$G(z) : A_0 G_0(z) + \ldots + A_n G_n(z),$$

étant une fonction fuchsienne holomorphe, se réduit à une constante.

» Ce point étant admis, remarquons en passant que le nombre n devra nécessairement être au moins égal au genre de la relation (I). Supposons d'abord que celle-ci soit du second genre; nous pouvons nous borner alors à considérer l'équation

$$v^2 = (u - a_1)(u - a_2)\ldots(u - a_5),$$

car on sait que toute courbe du second genre correspond point par point à une courbe hyperelliptique du même genre, convenablement choisie (*voir*, par exemple, Schwarz, *Journal de Liouville*, 1880). Nous avons, dans ce cas,

$$\frac{\frac{du}{dz}}{v} = A_0 G_0(z) + \ldots + A_n G_n(z), \quad \frac{u\frac{du}{dz}}{v} = B_0 G_0(z) + \ldots + B_n G_n(z),$$

les A et les B étant des constantes, et nous tirons de ces équations la forme de u,

$$u = \frac{B_0 G_0(z) + \ldots + B_n G_n(z)}{A_0 G_0(z) + \ldots + A_n G_n(z)}.$$

---

[1] Je suppose expressément le groupe fuchsien tel qu'aucun point du périmètre d'un polygone R ne soit situé sur le cercle fondamental.

» Cette forme obtenue, il reste à voir si l'on peut déterminer les constantes A et B de manière que les équations

$$u = a_1, \quad u = a_2, \quad \ldots, \quad u = a_5$$

aient toutes leurs racines d'un degré pair de multiplicité : c'est ce à quoi l'on parviendra en formant l'équation linéaire du second ordre donnant u par l'inversion du quotient de deux intégrales, car il suffira alors d'écrire que $a_1, a_2, \ldots, a_5$ sont des points singuliers de cette équation linéaire et d'étudier, d'après les principes connus, la forme du quotient de deux intégrales dans le voisinage de ces points. Il est évident qu'une méthode toute semblable est applicable si la relation (I) est une relation hyperelliptique quelconque.

» Dans le cas général, on pourra procéder de la manière suivante. Nous supposons le genre de la relation (I) au moins égal à 3. Prenant alors trois intégrales de première espèce, nous avons

$$\frac{f_1(u,v)}{F'_v(u,v)}\frac{du}{dz} = \sum_0^n A_i G_i(z), \quad \frac{f_2(u,v)}{F'_v(u,v)}\frac{du}{dz} = \sum_0^n B_i G_i(z), \quad \frac{f_3(u,v)}{F'_v(u,v)}\frac{du}{dz} = \sum_0^n C_i G_i(z),$$

équations d'où l'on tire

$$\text{(III)} \qquad \frac{f_2(u,v)}{f_1(u,v)} = \frac{\Sigma B_i G_i}{\Sigma A_i G_i}, \quad \frac{f_3(u,v)}{f_1(u,v)} = \frac{\Sigma C_i G_i}{\Sigma A_i G_j},$$

auxquelles j'adjoins $F(u, v) = 0$.

» Désignons par λ et μ les seconds membres des deux premières égalités (III). Si l'on élimine u et v entre les relations (III), on aura une équation entre λ et μ. Mais, λ et μ étant deux fonctions fuchsiennes, on peut former d'autre part l'équation algébrique qui les lie; on devra pouvoir choisir les constantes A, B, C de manière que ces deux équations coïncident. D'ailleurs on pourra, en général, exprimer rationnellement u et v en fonction de λ et μ, et l'équation $F(u, v) = 0$ se trouvera bien alors vérifiée par des fonctions fuchsiennes de z.

» On voit que nous laissons ici de côté les cas spéciaux où les équations (III) ne permettraient pas d'obtenir u et v rationnellement en λ et μ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions uniformes.* Note de M. H. Poincaré.

« Si $F(z)$ est une fonction uniforme de z, il pourra se faire ou qu'elle existe dans tout le plan, ou seulement dans une certaine région que j'appellerai la *région* S; si la fonction existait dans tout le plan, la région S s'étendrait dans tout le plan. A une même valeur de $F(z)$ correspondront une infinité de valeurs de z. Envisageons toutes ces valeurs comme fonctions de l'une d'entre elles que nous appellerons z, et appelons-les

$$f_1(z),\ f_2(z),\ \ldots,\ f_i(z); \tag{1}$$

ces fonctions forment un groupe, et l'on a évidemment

$$F[f_i(z)] = F(z).$$

La région S va se trouver partagée en une infinité de régions

$$R_0,\ R_1,\ R_2,\ \ldots,\ R_i$$

telles que, si z parcourt la région R_0, $f_i(z)$ parcourra la région R_i : c'est dire que l'on ne pourra, en général, disposer de i de telle façon que le module de $f_i(z) - z$ soit aussi petit que l'on veut.

» Nous dirons alors que le groupe (1) est *discontinu*.

» *A fortiori*, tout groupe contenu dans le groupe (1) sera discontinu.

» Nous dirons que la fonction uniforme $F(z)$ *admet* le groupe (1); nous dirons aussi qu'elle *admet* tout groupe contenu dans le groupe (1).

» En résumé, un *groupe* de fonctions

$$f_1(z),\ f_2(z),\ \ldots,\ f_i(z)$$

sera *discontinu* si l'on peut diviser le plan ou une partie du plan en régions $R_0, R_1, \ldots, R_i, \ldots$ telles que $f_i(z)$ parcoure R_i quand z parcourt R_0, et la fonction uniforme $F(z)$ admettra ce groupe si l'on a identiquement

$$F[f_i(z)] = F(z).$$

» Cela posé, soit un groupe discontinu quelconque; envisageons les deux séries

$$\Theta(z) = \sum_{i=0}^{i=\infty} H[f_i(z)]\left[\frac{df_i(z)}{dz}\right]^m,$$

$$\Theta_1(z) = \sum_{i=0}^{i=\infty} H_1[f_i(z)]\left[\frac{df_i(z)}{dz}\right]^m.$$

» Dans ces deux séries, m est un entier plus grand que 1; H et H_1 sont les algorithmes de deux fonctions rationnelles quelconques.

» Ces deux séries seront convergentes sans que leur somme soit altérée quand on change l'ordre des termes; elles définiront deux fonctions uniformes de z, jouissant de la propriété suivante :

$$\Theta\,[f_i(z)] = \Theta\,(z)\left[\frac{df_i(z)}{dz}\right]^{-m},$$

$$\Theta_1[f_i(z)] = \Theta_1(z)\left[\frac{df_i(z)}{dz}\right]^{-m}.$$

La fonction

$$\frac{\Theta(z)}{\Theta_1(z)} = F(z)$$

sera donc uniforme et jouira de la propriété suivante :

$$F[f_i(z)] = F(z),$$

c'est-à-dire qu'elle admettra le groupe proposé.

» *Il existe donc une infinité de fonctions uniformes admettant un groupe discontinu donné.* »

PHYSIQUE. — *Sur l'état liquide et l'état gazeux.* Note de M. **J.-B. Hannay.**

« Dans une Note intitulée *Recherches sur les changements d'état dans le voisinage du point critique de température*, communiquée à l'Académie le 4 avril 1881, MM. L. Cailletet et P. Hautefeuille expliquent qu'après avoir donné une couleur bleue à de l'acide carbonique en y dissolvant de l'huile de galbanum ils ont pu démontrer que les stries observées par M. Andrews étaient réellement produites par des couches superposées des états liquides et gazeux, et ils sont arrivés à la conclusion que la matière ne passe pas par degrés insensibles de l'état liquide à l'état gazeux. Dans une Note communiquée à la Société royale de Londres, le 24 mai 1880, intitulée *Sur l'état des fluides à leurs températures critiques*, j'ai dit :

« Il semblerait donc que la ligne d'ébullition ne s'étend pas au delà du point critique, mais que le point critique se trouve sur une ligne isothermale qui est la limite de l'état liquide.

» J'ai examiné plusieurs liquides et gaz liquéfiés, tels que CO^2, AzH^3, SO^2, Az^2O, CS^2, CCl^4, Cl, CH^4O, $C^2H^{10}O$ et C^2H^6O, et j'ai découvert que la capillarité disparaît au point critique ou près du point critique et que la pression ne la fait point reparaître.

» Les résultats ont été constants. Quand la température était au-dessous du point critique, le contenu du tube était liquide, et, quand elle était plus élevée que le point critique, la réaction était toujours gazeuse, quelles que fussent les variations de pression, jusqu'à 180^{atm}.

» Je crois que nous avons dans ces expériences la preuve que l'état liquide cesse à la température critique et que la pression ne change pas sensiblement la température à laquelle se trouve la limite de cohésion.

» La différence entre l'état liquide et l'état gazeux ne dépend donc pas entièrement de la longueur de la distance moyenne, mais aussi de la vitesse moyenne des molécules. »

» Il est évident que la méthode de MM. L. Cailletet et P. Hautefeuille ne s'applique qu'à la pression critique où le gaz n'est pas soumis à une grande pression, car, quand il est soumis à une grande pression, l'huile se dissout aussi bien dans l'acide carbonique à l'état liquide ou à l'état gazeux. La méthode expliquée en détail dans ma Note, *Observation du ménisque et de la capillarité d'un liquide à différentes températures soumis à une pression variée* (cette pression étant produite par de l'hydrogène comprimé), nous permet d'examiner l'état du fluide à une pression qui peut s'élever jusqu'à cinq fois la pression critique. Il a été établi que jusqu'à cette pression (à peu près 300^{atm}) le ménisque d'un liquide disparaît à la même température que quand il est soumis à la pression de sa propre vapeur, ce qui démontre que l'état liquide finit à la température critique, quelle que soit la pression.

» J'avais donc, près d'un an plus tôt, prouvé pour toutes les pressions ce que MM. L. Cailletet et P. Hautefeuille viennent tout dernièrement d'établir pour une seule pression; savoir que la continuité des états liquide et gazeux énoncée par M. Andrews n'est qu'apparente.

» J'ai fait depuis un an un très grand nombre d'expériences et j'ai complètement prouvé que, quel que soit le degré de pression, l'état liquide cesse à la température critique et que l'état gazeux survient alors.

» Ce travail a été communiqué à la Société royale de Londres le 22 février 1881; un compte rendu en a été publié le 10 mars. La conclusion qu'on en déduit est que « l'état liquide a une limite qui est déterminée par » une ligne isothermale passant par le point critique. »

» Les conditions de l'état liquide et de l'état gazeux avaient donc été complètement examinées avant la publication de la Note de MM. L. Cailletet et P. Hautefeuille. On trouvera une description complète de l'appareil que j'ai employé dans les Notes que la Société royale m'a fait l'honneur de publier depuis trois ans. »

THERMOCHIMIE. — *Cyanures de sodium et de baryum*. Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« Les recherches qui font l'objet de cette Note ont eu pour but de compléter l'étude thermique des cyanures alcalins et du cyanure de baryum. Je m'occuperai dans une prochaine Note des cyanures de strontium et de calcium. J'ai été conduit pour les cyanures alcalino-terreux à des résultats nouveaux et intéressants, même dans l'ordre purement chimique. Je ferai observer en effet qu'aucun cyanure alcalino-terreux n'a été analysé jusqu'à présent, bien qu'on admette l'existence de ces corps d'après leurs réactions générales. On verra que leur préparation offre des difficultés inattendues, dues à la réaction de l'eau même froide et aux équilibres qui en résultent; aussi les propriétés attribuées au cyanure de calcium, par exemple, sont-elles fort inexactes.

» Les chaleurs de formation du cyanure de potassium et du cyanure d'ammonium à l'état solide et à l'état dissous ayant été déterminées par M. Berthelot, j'ai examiné le cyanure de sodium. Ce corps existe à l'état anhydre et à l'état d'hydrates.

» *Cyanure de sodium anhydre.* — Pour le préparer j'ai fait agir l'acide cyanhydrique sur la soude dissoute dans l'alcool absolu. Le cyanure de sodium se précipite; lavé à l'alcool et séché dans le vide, ce corps se présente sous forme d'une poudre blanche cristalline. En voici l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Cy.................	52,89	53,07
Na.................	46,82	46,93
	99,71	100,00

» On a trouvé pour chaleur de dissolution du cyanure anhydre dans $100 H^2O^2$, vers 9°, le nombre $-0^{Cal},50$. En rapprochant ce nombre de la chaleur de formation du cyanure de sodium solide, depuis le cyanogène gazeux et le sodium

$$\text{Cy gaz} + \text{Na} = \text{NaCy solide} \ldots\ldots\ldots \quad +60^{Cal},6.$$

» *Hydrates.* — Le cyanure de sodium forme avec l'eau deux hydrates. L'un a pour formule NaCy, 4HO, l'autre NaCy, HO. J'ai obtenu l'hydrate NaCy, 4HO en dissolvant le cyanure anhydre dans de l'alcool à 75° bouil-

lant. Par refroidissement, l'hydrate se dépose en lames minces. En voici l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	30,56	30,58
Na	26,82	27,06
HO	41,90	42,36
	99,28	100,00

» Ce corps répond aux hydrates connus des chlorure, bromure et iodure de sodium, c'est-à-dire que le parallélisme entre les sels haloïdes et les cyanures se poursuit jusque dans la formation des hydrates. Cet hydrate est d'ailleurs aussi peu stable que ses congénères; en effet, placé dans le vide en présence de l'acide sulfurique, il perd toute son eau.

» La chaleur de dissolution de cet hydrate dans $100H^2O^2$ vers 9° a été $-4^{Cal},41$. De là on conclut pour la formation de l'hydrate :

	Eau liquide.	Eau solide.
$NaCy + 4HO = NaCy, 4HO$	$+3^{Cal},91$	$+1^{Cal},03$

» M. Berthelot a trouvé pour les hydrates de bromure et d'iodure de sodium correspondants les nombres suivants, voisins des précédents :

	Eau liquide.	Eau solide.
$NaBr + 4HO = NaBr, 4HO$	$+4^{Cal},15$	$+1^{Cal},27$
$NaI + 4HO = NaI, 4HO$	$+5^{Cal},3$	$+2^{Cal},4$

chiffres du même ordre de grandeur.

» Le second hydrate, NaCy, HO, s'obtient en évaporant une solution alcoolique du premier hydrate en présence de la chaux pour absorber seulement la vapeur d'eau. Il se dépose des cristaux ne contenant pas d'alcool et dont voici l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	44,55	44,81
Na	40,14	39,65
HO	15,31	15,53
	100,00	100,00

» On a trouvé pour chaleur de dissolution $-1^{Cal},01$ vers 6° dans $100H^2O^2$.

» On a donc

	Eau liquide.	Eau solide.
$NaCy + HO = NaCy, HO$	$+0^{Cal},51$	$-0^{Cal},21$

» Il est assez singulier que la chaleur de formation de cet hydrate soit

moindre que celle de l'hydrate à $4^{éq}$ d'eau, contrairement à ce qui arrive en général.

» *Cyanure de baryum.* — Il existe à l'état anhydre et à l'état d'hydrates. En opérant avec la solution de baryte dans l'alcool absolu et l'acide cyanhydrique anhydre, on obtient des précipités de compositions variables, renfermant de l'alcool et souvent aussi de l'alcoolate de baryte. Ces corps n'étant pas cristallisés, je n'en ai pas poursuivi l'étude.

» *Premier hydrate* BaCy, 2HO. — En faisant agir l'acide cyanhydrique sur la baryte cristallisée, on obtient une solution aqueuse de cyanure de baryum qui, par évaporation dans le vide, donne des cristaux blancs. Ils sont très déliquescents et se recouvrent rapidement, à l'air, d'une couche de carbonate. On a trouvé pour leur composition BaCy, 2HO :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	22,56	23,11
Ba	59,21	60,88
HO	17,87	16,01
	99,64	100,00

» Cette formule répond à celle des chlorure et bromure de baryum hydratés.

» *Second hydrate* BaCy, HO. — L'hydrate BaCy, 2HO perd dans le vide, en présence de l'acide sulfurique, $1^{éq}$ d'eau. Le produit analysé a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	25,06	25,12
Ba	65,58	66,18
HO	9,02	8,70
	99,66	100,00

» *Cyanure de baryum anhydre.* — Ce composé a été obtenu à l'aide de certains artifices qui seront exposés dans le Mémoire. L'analyse de ce composé a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	27,21	27,50
Ba	72,04	72,50
	99,25	100,00

» Ayant obtenu ces trois corps, on a mesuré leur chaleur de disso-

lution dans $100 H^2O^2$ et la chaleur de formation depuis la baryte dissoute et l'acide cyanhydrique dissous, vers 6° :

	Cal
Chaleur de solution du composé BaCy	+ 0,89
Chaleur de solution du composé BaCy, HO	+ 1,05
Chaleur de solution du composé BaCy, 2HO.........	— 2,88

» On en conclut :

	Eau liquide.	Eau solide.
BaCy solide + HO = BaCy, HO solide.......	+ $1^{Cal},94$	+ $1^{Cal},22$
BaCy solide + 2HO = BaCy, 2HO solide.....	+ $3^{Cal},07$	+ $1^{Cal},63$

» J'ai encore obtenu :

BaO dissous + HCy dissous = BaCy dissous.......... $3^{Cal},17$

» M. Berthelot a trouvé, pour les chlorure et bromure de baryum hydratés, les chaleurs de formation suivantes :

	Eau liquide.	Eau solide.
BaCl solide + 2HO = BaCl, 2HO solide.......	+ $3^{Cal},4$	+ $2^{Cal},0$
BaBr solide + 2HO = BaBr, 2HO solide.......	+ $4^{Cal},6$	+ $3^{Cal},2$

» Ce sont des nombres voisins de ceux que j'ai obtenus pour le cyanure de baryum correspondant ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'iodure de plomb avec les iodures alcalins.* Note de M. A. DITTE.

« Quand on met de l'iodure de plomb en contact avec une dissolution d'iodure de potasium, il s'en dissout d'abord une faible quantité, qui augmente avec la proportion d'iodure alcalin ; mais bientôt, lorsque cette dernière atteint une certaine valeur, le phénomène change : on voit l'iodure de plomb se gonfler, devenir de moins en moins jaune, puis finalement disparaître, tandis que la liqueur se remplit d'aiguilles blanches à peine teintées d'une légère nuance jaune. Celles-ci constituent bientôt un feutrage qui emprisonne tout le liquide. Si l'on ajoute de l'eau, elle modifie profondément les cristaux sur lesquels elle tombe ; ceux-ci deviennent jaune d'or, et, quand la quantité d'eau est suffisante, les aiguilles blanches, formant un lacis volumineux, sont remplacées par un précipité de cristaux brillants et jaunes d'iodure de plomb pur qui se rassemble au fond de la liqueur.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

Une élévation de température produit le même effet que l'addition d'eau; toutefois, si la dissolution est assez riche en iodure de potassium, elle dépose par le refroidissement de belles aiguilles, longues souvent de plusieurs centimètres, blanches, et dont la composition répond à la formule PbI, KI, 4HO.

» La chaleur décompose cet iodure double en lui enlevant son eau : les cristaux deviennent alors jaune d'or foncé sans perdre leur éclat; chauffés davantage, ils fondent, puis il se volatilise de l'iodure de plomb. L'alcool absolu leur enlève l'eau en les jaunissant. L'eau elle-même les décompose en dissolvant de l'iodure de potassium.

» L'étude de cette décomposition peut s'effectuer : 1° en ajoutant de l'eau à un grand excès d'iodure double, de manière à n'en décomposer qu'une partie, et analysant la liqueur une fois que toute réaction a cessé; 2° en ajoutant peu à peu de l'iodure de potassium à un mélange d'eau et d'iodure de plomb, jusqu'à ce qu'on voie se former des aiguilles de sel double, puis faisant l'analyse du liquide en contact avec l'iodure double et avec un excès d'iodure de plomb. On trouve que ces liqueurs renferment des iodures de potassium et de plomb, et, si l'on admet que ce dernier est tout entier à l'état d'iodure double, c'est-à-dire si l'on néglige la solubilité toujours faible de l'iodure de plomb, on détermine sans difficulté le poids d'iodure alcalin qui, à une température donnée, doit se trouver dans la dissolution surnageant le sel double pour qu'elle ne lui fasse éprouver aucune décomposition. Ces quantités sont, par litre de liqueur :

A 5°	140gr
10	160
14	175
20	204
28	251
39	300
41,5	316
59	503
67	560
85	738

» L'iodure double de potassium et de plomb est soluble dans les liqueurs qui ne le décomposent pas, et, à une température donnée, la quantité qui s'en dissout augmente avec la richesse du dissolvant en iodure de potassium. La solubilité s'accroît aussi notablement lorsque la tempéra-

ture s'élève, et le liquide chauffé laisse déposer de belles aiguilles par refroidissement. Si l'élévation de température dépasse 50°, la dissolution saturée se prend en masse quand on la laisse refroidir. Le Tableau ci-dessous indique la proportion des différents sels que la liqueur renferme à une température déterminée; les nombres exprimés en grammes sont rapportés tous à la même quantité d'eau, afin d'en rendre la comparaison plus facile :

Eau.	T.	IK total.	PbI.	PbI,KI.	IK restant libre.
1000........	5°	163	»	»	163
»........	10	191	»	»	191
»........	14	217	2	3,4	215,6
»........	20	260	9	15,4	253,6
»........	28	325	25	43,0	307,0
»........	39	449	45	77,3	406,7
»........	59	645	188	323	510
»........	67	751	255	438	568
»........	80	1186	731	1276	641

» Ainsi la décomposition de l'iodure double de plomb et de potassium par l'eau s'effectue suivant les lois habituelles, c'est-à-dire qu'à toute température la dissolution qui surnage le sel double sans le décomposer doit renfermer une quantité minimum et bien déterminée d'iodure alcalin. Lors donc qu'à une température quelconque on met en présence l'un de l'autre de l'eau, de l'iodure de plomb en excès et de l'iodure de potassium, si la proportion de ce dernier est inférieure à celle qu'indique la dernière colonne du Tableau précédent, aucune réaction n'aura lieu; une très faible quantité d'iodure de plomb se dissoudra seule. Si elle lui est supérieure, les deux iodures se combineront jusqu'à ce qu'il ne reste plus dans la liqueur que le poids d'iodure de potassium indispensable pour empêcher la dissociation du sel double, et ce dernier se dissoudra en partie ou en totalité.

» Des phénomènes absolument identiques se produisent quand on remplace l'iodure de potassium par ceux de sodium ou d'ammonium. Ici encore il peut se former des combinaisons à équivalents égaux des deux sels mis en présence. L'eau détruit ces sels doubles comme celui qui précède et de la même manière, avec cette différence cependant que la composition des liqueurs qui ne détruisent plus les iodures doubles et la solubilité de ces derniers varient avec la nature de l'iodure alcalin considéré. La connaissance des circonstances dans lesquelles ces combinaisons

prennent naissance ou sont décomposées nous permettra d'arriver à l'examen de réactions plus complexes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Du rôle et de l'origine de certains microzymas.* Note de M. A. Béchamp.

« Depuis que je m'occupe de l'étude des granulations moléculaires, de celles surtout que j'ai nommées *microzymas*, qui apparaissent dans certaines fermentations avant toute autre production organisée, qui existent dans un grand nombre de roches, calcaires et autres, et dans tous les centres d'activité (cellules, etc.) des organismes vivants, animaux et végétaux, j'en ai poursuivi l'existence partout où il était rationnel de la rechercher. Naturellement, j'en suis venu à me demander quel était leur rôle dans la création et quelle était leur origine. J'ai déjà fait allusion aux faits que je vais avoir l'honneur de communiquer à l'Académie, dans quelques publications que j'ai eu l'honneur de lui offrir, mais qui n'ont pas encore été explicitement publiés.

» I. *Des microzymas et bactéries des marais.* — Dans les lieux où des détritus végétaux et animaux s'accumulent sous l'eau, on trouve des infusoires nombreux, bactéries, etc., et souvent des microzymas isolés. Il en est ainsi de la vase des marais, des plantes aquatiques du Jardin des Plantes de Montpellier : il s'en dégage, avec de l'azote, de l'acide carbonique et de l'hydrure de méthyle. J'ai distillé environ 50^{lit} de cette vase et j'en ai retiré assez d'alcool et d'acide acétique pour les nettement caractériser.

» II. *Des microzymas de la terre de garrigue.* — La terre de garrigue des environs de Montpellier contient des microzymas visibles au microscope. Par lévigation avec de l'eau créosotée, j'ai isolé autant que possible ces microzymas, mais mêlés de terre. Je les ai fait agir sur le sucre de canne et sur la fécule. L'action a duré du 30 novembre 1867 au 30 mai 1869. Il y a été employé 10^{gr} de sucre de canne dans 100^{gr} d'eau, ou 30^{gr} de fécule dans 500^{gr} d'empois. L'action a été très lente, peu de gaz se sont dégagés, et, tandis que dans l'eau sucrée se développent à l'air si facilement des moisissures, après cette longue action les microzymas d'origine sont restés inaltérés : à peine une bactérie dans l'ensemble des observations microscopiques. Avec le sucre de canne, il y a de l'alcool et de l'acide acétique, sans trace d'acide butyrique. Le résidu de la distillation était acide et contenait sans doute de l'acide tartrique. Avec l'empois : alcool,

en quantité notable; acétate de soude cristallisé, 6gr; acide butyrique brut, 3gr; lactate de chaux cristallisé, 12gr.

» III. *Microzymas et bactéries de la terre de bruyère.* — La terre de bruyère que l'on emploie au Jardin des Plantes de Montpellier contient une foule de microzymas mêlés de bactéries. 15gr de cette terre, séparés par lévigation des parties grossières, sont introduits dans 500gr d'empois ou fécule créosotés. Du 28 novembre 1867 au 15 février 1868, il s'est dégagé un peu de gaz et fourni : alcool, acétate de soude cristallisé, 5gr; acide butyrique brut, 8gr; lactate de chaux cristallisé, 10gr.

» IV. *Microzymas des poussières calcaires des rues de Montpellier.* — J'ai déjà publié que ces poussières constituent à volonté le plus puissant des ferments lactique ou butyrique. Mais voici une expérience qui a aussi sa signification :

» Le 12 mai 1873, j'ai ramassé sur le boulevard Henri IV, à Montpellier, environ 1500gr de poussière calcaire (elle ne contenait que des microzymas simples ou accouplés sans trace de bactéries); aussitôt introduite, avec assez d'eau distillée pour faire une bouillie claire, dans une fiole munie d'un tube abducteur, l'appareil est mis à l'étuve à 30°-35° C. Bientôt du gaz se dégagera; il a été analysé à partir du 22 mai.

	Mai.						Juin.			
	22.	23.	26.	27.	28.	30.	2.	5.	7.	11.
Acide carbonique........	50	49	33	34	34	34	33	33	39	48
Hydrogène.............	50	51	67	66	66	66	67	67	61	52

» Le 14 juillet, bien qu'il se dégageât encore du gaz, on jette sur un filtre. La masse était devenue grise; la liqueur filtrée n'a pas d'odeur désagréable; elle est jaune et neutre. La chaux nitrée en solution est enlevée par l'acide oxalique. La nouvelle liqueur distillée, par un traitement convenable, a donné : alcool, 30cc, marquant 3° à l'appareil de Salleron, et 0gr,12 d'acide acétique, sans trace d'acide butyrique. Le résidu de la distillation, saturé par le carbonate de chaux, formait des cristaux durs dans une eau mère noire. La masse grise restée sur le filtre rappelle l'odeur infecte des boues des villes dans les ruisseaux : outre le calcaire, il n'y a que des microzymas.

» V. Dans tous les phénomènes de combustion lente, appelés par Liebig *érémacausie*, on peut constater la présence de granulations moléculaires analogues aux microzymas.

» VI. *Sur les microzymas de la totale destruction d'un petit chat.* — Un petit

chat mort a été *enterré* dans une masse assez considérable de *carbonate de chaux pur,* isolée entre deux couches du même carbonate, le tout contenu dans un assez grand vase à précipités en verre. L'appareil, protégé contre les poussières, a été abandonné sur une étagère de mon laboratoire, à Montpellier, depuis le mois de juin 1868 jusqu'au 15 septembre 1874. Ce jour l'appareil est ouvert. On isole la région où le petit chat était enfoui : il n'en restait plus que quelques fragments de la colonne vertébrale et de quelques gros os. La portion du carbonate de chaux située au-dessus se dissolvait sans résidu dans l'acide chlorhydrique étendu. La partie où gisait le petit animal n'était formée que de microzymas mêlés au carbonate de chaux. Ce mélange fluidifie rapidement l'empois de fécule et le fait fermenter en produisant de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide butyrique; traité par l'acide chlorhydrique étendu, tout ne se dissout pas, les microzymas restent. La grande différence que j'ai constatée entre les microzymas du petit chat détruit et ceux de la craie, c'est que, dans les mêmes circonstances, ceux-là évoluent aisément en bactéries, tandis que ceux de la craie ne changent pas de forme.

» La dernière expérience est significative : elle démontre, selon moi, que les microzymas que l'on retrouve dans la craie, dans les roches, dans la terre, dans le terreau, dans la poussière des rues, dans la vase des marais n'ont pas d'autre origine que les microzymas qui font partie intégrante de tout organisme vivant, et dont le rôle physiologique, après la mort, est la totale destruction de cet organisme; et cette nécessaire destruction étant opérée, ils restent, selon les circonstances, enfouis dans le sol ou répandus dans l'air, pour, au besoin, remplir d'autres fonctions, auxquelles j'ai fait allusion ailleurs dans les termes suivants; je disais [1] :

« Examinez le terreau, la terre de nos garrigues, la terre mélangée de fumier, et vous y découvrirez, sans surprise maintenant, une infinité de ces mêmes microzymas et quelquefois de véritables bactéries; ce sont eux qui sont chargés de transformer la matière organique des engrais en acide carbonique, carbonate d'ammoniaque et dans les matériaux absorbables que les racines des plantes utiliseront au profit de la végétation; c'est grâce à leur influence que l'oxygène apporte son concours à la combustion des dernières portions de la matière organique dans le sol. M. Hervé Mangeon, M. Paul Thenard font jouer un rôle au peroxyde de fer dans la combustion des engrais. Ils ont admis que le peroxyde de fer cède son oxygène à la matière organique, devient protoxyde facilement oxydable, qui, enlevant l'oxygène à l'air dont le sol est pénétré, le reporte sur la matière organique par une action incessante. Si l'influence du peroxyde de fer est réelle, combien plus efficace est celle des

---

(1) *De la circulation du carbone.* Paris, Asselin, 1867.

microzymas.... Le peroxyde de fer est un auxiliaire du second ordre : les microzymas et autres organismes cellulaires sont des auxiliaires du premier ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la non-existence du* Microzyma cretæ. *Réponse à une Note de M.* A. Béchamp. Note de MM. **Chamberland** et **Roux**, présentée par M. Pasteur.

« Dans la séance du 16 mai dernier, nous avons eu l'honneur de communiquer des résultats d'expériences qui avaient pour but de rechercher si la craie naturelle pouvait donner naissance, dans des milieux appropriés, à des fermentations diverses, et en particulier aux fermentations lactique et butyrique. Notre conclusion a été négative, c'est-à-dire que nous n'avons jamais obtenu de fermentation quelconque ni de production d'organismes microscopiques. M. A. Béchamp oppose à ces expériences celles qu'il a faites autrefois et se borne à ajouter qu'il ne veut pas discuter « des résultats négatifs ». Nous pensons que M. Béchamp se trompe, lorsqu'il considère ses expériences comme positives. Il n'aurait le droit de leur accorder ce caractère que dans le cas où il obtiendrait les résultats qu'il a annoncés après avoir pris toutes les précautions capables d'éloigner les causes d'erreur inhérentes à ce genre de recherches. Rien n'est plus facile, et nous l'avons constaté nous-mêmes, que de rencontrer les résultats décrits par M. Béchamp : il suffit de ne pas prendre plus de précautions que n'en a pris M. Béchamp, car toutes les causes d'erreur provenant des germes d'organismes étrangers à la craie, germes de l'air, germes de l'eau, germes à la surface des vases, sont favorables à la réussite de ses expériences, telles qu'il les a exposées.

» Si M. Béchamp veut bien reproduire ses expériences d'autrefois dans des conditions plus exactes d'expérimentation, nous croyons pouvoir affirmer que ses nouveaux résultats seront rigoureusement conformes aux nôtres, c'est-à-dire qu'il n'obtiendra jamais ni fermentation ni production d'organismes microscopiques. Les microzymas géologiques n'ont aucune réalité. »

([1]) Le fait de l'existence des microzymas dans la terre a été confirmé par M. Pasteur dans les termes suivants : « Dans nos expériences, nous avons rencontré cette circonstance remarquable que toutes les terres naturelles que nous avons eu l'occasion d'examiner renfermaient des germes propres à donner une septicémie particulière. » (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, n° 20, p. 627 ; 17 mai 1881.)

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme des troubles produits par les lésions corticales.* Note de M. Couty, présentée par M. Vulpian.

« Après avoir essayé de montrer, précédemment, que l'on ne peut pas localiser dans diverses parties du cerveau chacune des fonctions sensitives ou motrices, je voudrais pousser plus loin l'analyse de ces observations complexes.

» Les singes ou les chiens auxquels on fait d'un côté une lésion corticale limitée ne ressemblent nullement aux animaux auxquels on a détruit ou enlevé tout le cerveau; et, en dehors des heures qui suivent l'opération ou de celles qui précèdent la mort, ils ne présentent jamais ces phénomènes d'apathie, de somnolence et de perte des mouvements spontanés que l'on a regardés comme caractéristiques de la paralysie cérébrale. Généralement, l'animal dont on a lésé une ou plusieurs circonvolutions redevient bientôt actif et agile, et ses divers actes volitionnels ou instinctifs paraissent complètement intacts; ou, s'ils sont modifiés dans leur exécution, c'est par suite d'un trouble unilatéral du bulbe et de la moelle.

» Ce sont ces modifications des fonctions du bulbe et de la moelle qui m'ont paru constituer, dans toutes les expériences, les plus constants et les plus importants de tous les phénomènes; et je voudrais aujourd'hui attirer sur elles l'attention.

» Étudions d'abord les mouvements réflexes. Un singe ou un chien a une lésion frontale, un autre une lésion occipitale; celui-ci est paralysé des mouvements ou de la sensibilité du côté opposé, celui-là paraît très agile et sent parfaitement : mais tous présentent une diminution très nette ou une suppression de l'excito-motricité médullaire du côté opposé à la lésion corticale.

» Ainsi, tous ces animaux restent immobiles, si l'on gratte ou si l'on pince légèrement les pattes opposées; en marchant, ils laissent glisser ou ils appuient sur le dos des orteils les membres opposés. Les mouvements de mastication, oubliés ou mal exécutés de ce côté, permettent aux aliments de s'accumuler dans la bouche; et, si l'on présente une lumière ou un corps quelconque successivement devant les deux yeux, les paupières opposées à la lésion restent ouvertes et immobiles, tandis que les autres se ferment brusquement.

» Ce trouble unilatéral du fonctionnement médullaire ne reste pas

borné à l'excito-motricité; et la coordination des mouvements est, elle aussi, atteinte. Il y a de l'ataxie, ou des tremblements plus ou moins amples, ou des phénomènes de rotation. Les tremblements sont spontanés, ou ils peuvent coïncider avec les mouvements volontaires ou respiratoires; et la rotation affecte des formes variables, en cercle, en boule ou en rayon de roue. Mais, dans tous les cas, ces phénomènes paraissent plus ou moins mélangés sur le même animal; et leur origine médullaire, déjà indiquée par quelques-uns des détails de leur forme, peut être établie par une constatation plus directe.

» Sur tous les animaux qui présentent des troubles de la direction ou de la coordination des mouvements, il suffit de fermer les deux yeux pour augmenter considérablement tous ces phénomènes, et pour rendre paralytiques des singes ou des chiens qui auparavant couraient et marchaient parfaitement. Les animaux auxquels on a fait des lésions corticales sont donc, en certains points, comparables aux malades atteints de *tabes dorsalis*.

» Leur moelle présente aussi d'autres troubles plus complexes. Ainsi, beaucoup de singes ou de chiens ont paru moins agiles du côté opposé à la lésion corticale; ils se relevaient difficilement, traînaient les pattes de ce côté, ou s'en servaient mal pour grimper, saisir un objet, ou pour se défendre contre des excitations diverses.

» De même, assez souvent, il y a eu un retard notable de la transmission des excitations sensitives, quand elles portaient sur la peau du côté opposé à la lésion; j'ai vu aussi, mais rarement, des singes gratter ou défendre des points très différents de ceux qui avaient été touchés ou pincés, et faire erreur sur le lieu de l'excitation.

» Sur les mêmes animaux, les fonctions vaso-motrices médullaires ont été constamment modifiées. Les pattes du côté opposé étaient plus chaudes, et assez souvent la conjonctive opposée s'est vascularisée et enflammée pendant plusieurs jours. Enfin, presque toutes les autopsies ont fait voir des lésions congestives ou hémorrhagiques, ou de l'infiltration purulente des deux poumons, et surtout du poumon du côté de la lésion.

» Cet ensemble d'observations me paraît suffire à établir que les lésions corticales unilatérales et limitées entraînent toujours des modifications profondes des diverses fonctions du bulbe et de la moelle opposés, tandis qu'elles laissent relativement intactes les fonctions du cerveau. Le bulbe et la moelle ne seraient donc pas seulement des lieux de passage, des intermédiaires obligés entre le cerveau resté intact et la périphérie, et ils interviendraient activement dans la production des phénomènes.

» La destruction d'une circonvolution, sans action par elle-même, agirait à distance, sur les organes nerveux sous-jacents, par un mécanisme probablement analogue à celui que M. Brown-Sequard a si bien étudié sous le nom d'*inhibition*. Elle irait déterminer dans la moelle et le bulbe des lésions ou des troubles essentiellement irréguliers de forme et d'intensité, quoique plus marqués et plus durables si la destruction corticale est antérieure, fronto-pariétale; et les phénomènes moteurs ou sensitifs qui n'ont aucun rapport habituel ou ordinaire avec la lésion initiale semblent dépendre uniquement de ces modifications consécutives du bulbe et de la moelle.

» J'espère pouvoir bientôt fournir d'autres faits qui permettront de donner plus de précision à cette interprétation provisoire. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryogénie des Ascidies du genre* Lithonephria. Note de M. A. Giard.

« L'Ascidie qui fait l'objet de cette Note est très commune à Wimereux, à la face inférieure des pierres. Très voisine de *Lithonephria complanata* Aldet et Hancock et de *L. decipiens* Giard, elle diffère de cette dernière par son têtard, qui ne présente jamais de prolongements analogues à ceux de l'embryon des Molgules. Je la crois identique à *L. eugyranda* (*Ctenicella*) Lac.-Duth. L'étude embryogénique est facilitée par une particularité physiologique assez rare chez les Ascidies simples : les œufs sont incubés dans l'organisme progéniteur, de telle sorte que l'on trouve chez un même individu un grand nombre de stades évolutifs différents.

» J'ai repris sur cette espèce l'étude des singulières productions qui sortent de l'œuf avant le fractionnement et ont reçu le nom de *cellules de la couche verte* ou de la *granulosa* (*granulosa* Zellen).

» Ces observations confirment absolument celles que j'ai faites il y a quelques années sur les œufs ovariens de *Molgula socialis* et de plusieurs autres Ascidies simples ([1]).

» Les cellules de la *granulosa* ont sans aucun doute possible une origine extérieure à l'ovule : elles ont émigré du follicule ou même d'une autre partie de l'ovaire et pénétré très tôt dans le vitellus; elles ne dérivent nullement de la vésicule germinative, qui ne prend aucune part à ce processus. Les cellules migratrices s'enfoncent profondément dans le vitellus

---

([1]) Voir *Association française :* Congrès de Montpellier 1879, p. 768.

et peuvent même s'appliquer contre la vésicule germinative : on les découvre toujours aisément au moyen de l'acide acétique très dilué. Bientôt ces cellules se gonflent, présentent une paroi bien nette, et leur contenu se divise en deux, quatre, six masses protoplasmiques; puis la paroi disparaît et ces masses sont expulsées peu à peu à la surface de l'œuf, au moment où, celui-ci étant mûr, on voit commencer les contractions du vitellus. L'action des acides active l'expulsion des noyaux et la formation de la *granulosa*. Je ne puis comparer cette série de phénomènes qu'aux migrations observées par Pflüger et Lindgren sur les cellules de la *granulosa* des Vertébrés supérieurs.

» La présence d'un vitellus nutritif abondant (de couleur orange) donne lieu, chez notre *Lithonephria*, à une remarquable condensation de l'embryogénie. Je signalerai seulement deux stades particulièrement intéressants.

» Au stade VIII, l'œuf présente quatre cellules endodermiques colorées et quatre cellules exodermiques incolores, disposées comme dans les cas typiques d'épibolie.

» Au stade XXXII, et même antérieurement, l'œuf révèle nettement la symétrie bilatérale de l'adulte : au pôle nutritif on voit six blastomères endodermiques, deux grosses et quatre plus petites. A la base des deux grosses, six blastomères mésodermiques forment un demi-équateur : trois sphères mésodermiques sont situées à droite du plan de symétrie, trois à gauche; les sphères vont en croissant à partir de ce plan.

» Au pôle formateur, vingt cellules constituent un hémisphère exodermique : douze sont disposées en deux séries de six de part et d'autre du méridien de symétrie; les autres forment deux groupes de quatre cellules chacun, occupant l'espace libre à droite et à gauche entre l'endoderme et l'exoderme.

» L'étude de la segmentation montre que les six blastomères mésodermiques dérivent de deux sphères issues elles-mêmes de l'endoderme et situées symétriquement par rapport au plan médian, au point de jonction de l'endoderme et de l'exoderme.

» Les six cellules mésodermiques sont plus tard recouvertes par les cellules exodermiques, par suite des progrès de l'épibolie; elles deviennent aussi plus nombreuses; la demi-couronne se resserre et prend la forme d'un fer à cheval. C'est le rudiment de la chorde, si caractéristique, qu'il a frappé tous les auteurs qui se sont occupés de l'embryogénie des Ascidies; mais, dans les œufs à segmentation égale, ce rudiment apparaît bien plus tardivement.

» J'ai souvent insisté sur ce point que, dans la segmentation inégale à partir du stade IV, l'œuf au stade VIII, qui est *physiologiquement* une *morula*, représente *morphologiquement* une *gastrula*. Dans le cas qui nous occupe, l'œuf au stade XXXII est encore *physiologiquement* une *morula; morphologiquement*, il possède déjà un feuillet moyen (mésoderme solide) et représente un stade beaucoup plus avancé des Ascidies à embryogénie dilatée. La condensation embryogénique pourrait donc être définie *une avance de l'état morphologique sur l'état physiologique de l'embryon.*

» Ici, comme dans tous les cas connus, le *mésoderme solide* (¹) issu de deux cellules dérivées de l'endoderme au pourtour du prostome (cercle de contact de l'exoderme et de l'endoderme), apparaît avant le *mésoderme cavitaire* (entérocœles, cœlome, etc.). Le premier donne naissance aux organes squelettiques et musculaires, tandis que l'autre forme principalement l'appareil hœmatique et les séreuses proprement dites.

» Ainsi que je l'ai fait observer ailleurs, la fibre musculaire striée ne peut servir à caractériser l'un ou l'autre mésoderme, puisque, chez les Tuniciers, cet élément se rencontre à la fois dans la queue du têtard et dans la couche musculaire cardiaque (*Perophora, Phallusia, Ciona*). »

ZOOLOGIE. — *Sur les stomatorhizes de la* Sacculina Carcini *Thompson*. Note de M. S. Jourdain, présentée par M. Robin.

« Les *Cirripèdes rhizocéphales*, auxquels appartient la *Sacculina carcini*, sont de tous les animaux ceux que le parasitisme a le plus déviés de leur forme typique. Les adultes se trouvent réduits, pour ainsi dire, par une série de phénomènes régressifs encore incomplètement étudiés, à un sac génital, pourvu d'un orifice unique situé au pôle postérieur, et dont le pôle antérieur, en forme de court pédicule, émet des prolongements radiciformes, pour lesquels nous proposons la dénomination de *stomatorhizes*.

» La *Sacculina carcini*, qui, ainsi que l'indique son nom spécifique, se trouve plus particulièrement sur le *Carcinus mœnas*, attaque aussi divers autres Brachyures de nos côtes. Elle se fixe sur la face ventrale de l'appendice abdominal de ces Crustacés, de manière à se trouver *comprimée* entre le plastron sternal et l'abdomen qui se replie sur lui. Le pédicule oral de la Sacculine est comme serti dans la membrane qui revêt la face inférieure de l'abdomen et qui est perforée sans doute par érosion.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 22 septembre 1879.

» Les stomatorhizes qu'émet ce pédicule acquièrent promptement une longueur et une complication surprenantes. Elles consistent en tubes déliés, creux, à contenu d'un blanc laiteux, qui se ramifient irrégulièrement et un très grand nombre de fois enlaçant les organes, à la façon des rameaux de la Cuscute. Elles forment d'abord un lacis très complexe à l'entour de la portion du tube digestif qui avoisine le point de fixation du parasite, puis se prolongent autour du canal alimentaire jusque vers la région œsophagienne. On les retrouve au milieu des acini de la glande hépatique, elles rampent sur la glande génitale, enfin, s'insinuant au milieu des muscles de la région sternale, elles s'avancent jusqu'à l'extrémité des pattes.

» Par contre, nous n'avons jamais vu de stomatorhizes à la surface du cœur, non plus que sur les branchies et sur le système nerveux central. Cette immunité de certains organes explique peut-être comment les Crabes continuent à vivre avec toutes les apparences d'une santé normale, bien que portant deux et même trois Sacculines et infestés par leurs stomatorhizes aussi généralement que nous venons de le dire. Un surcroît d'alimentation paraît suffire à maintenir le fonctionnement vital, en compensant les pertes que le parasite fait subir à sa victime, pour se nourrir lui-même.

» Par leur aspect d'un blanc opalin les stomatorhizes se distinguent aisément au milieu des tissus qu'elles infestent, comme le ferait un mycélium de champignon. Elles se composent d'une gaîne, d'un contenu et d'un appareil terminal. La gaîne est hyaline, anhiste, assez résistante malgré son excessive minceur, et formée vraisemblablement de chitine.

» Cette gaîne est remplie d'une matière granuleuse, à laquelle sont associés de nombreux corpuscules très réfringents, très inégaux en volume, noircissant fortement par l'acide osmique, qui les flétrit et en fait sortir des gouttelettes huileuses. Des gouttelettes de même nature sont disséminées, en outre, au milieu de la matière granuleuse des stomatorhizes.

» Sur la plupart d'entre elles on distingue, à l'aide d'un grossissement de 400 à 500 diamètres, un peu en deçà de leur extrémité terminale, une sorte de ventouse. Cette dernière présente à son centre un orifice légèrement déprimé, correspondant à la cavité d'un corps lagéniforme mesurant en moyenne $\frac{1}{100}$ de millimètre de largeur sur $\frac{3}{100}$ à $\frac{4}{100}$ de millimètre de longueur. Ce follicule lagéniforme, qui est retenu par des tractus très grêles aux parois internes de la stomatorhize, est peut-être le siège d'une sécrétion qui modifie, de manière à les rendre absorbables, soit les liquides, soit aussi les éléments anatomiques du Crabe sur lequel la Sacculine vit en parasite.

» Le Crabe peut-il guérir de la Sacculine, et comment la guérison a-t-elle lieu? L'observation, à cet égard, nous a fourni des données intéressantes.

» La Sacculine, parasite du Crabe, est à son tour atteinte d'une maladie parasitaire qui détermine son atrophie et, en définitive, sa destruction complète. Nous avons rencontré parfois de ces Sacculines aux derniers stades de la régression pathologique, ne mesurant plus que $0^{m},002$ ou $0^{m},003$ de diamètre, et qui se distinguaient des jeunes de même taille par l'enduit furfuracé noirâtre dont elles étaient alors recouvertes. Les stomatorhizes se montrent remplies d'un *Saccharomyces*. Celui-ci se distingue nettement du *Mycoderma vini* et du *Saccharomyces cerevisiæ*, avec lesquels nous l'avons comparé.

» Il bourgeonne et se multiplie comme les *Saccharomyces*. En outre, chacun des pôles correspondant au plus grand axe de la cellule peut émettre un prolongement mycéliforme que nous n'avons pas réussi à suivre dans son cycle évolutif. Toutes les cellules cryptogamiques que nous avons cultivées dans la chambre humide, au milieu d'un liquide sucré, ont émis sans exception ce double prolongement, dont l'évolution, pour s'achever, demande peut-être un changement de milieu. Fréquemment ces cellules de ferment se sont montrées associées à des psorospermies, de dimensions variables. Doit-on voir dans ces faits une simple coïncidence? »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie des enveloppes fœtales des Chiroptères.* Note de M. **H.-A. Robin**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Parmi les Mammifères discoplacentaires, le développement des enveloppes de l'œuf et la morphologie des membranes fœtales n'ont été établis d'une manière complète que chez les Primates, c'est-à-dire l'Homme et les Singes d'une part et les Rongeurs de l'autre. Les premiers sont caractérisés par l'atrophie précoce de la vésicule ombilicale, la vascularisation du chorion tout entier aux dépens de l'allantoïde et l'absence de cavité entre les annexes de l'embryon. Cette cavité, à laquelle M. Dastre a donné le nom de *cœlome externe*, est, au contraire, très développée chez les Rongeurs, où la vésicule ombilicale persiste, mais en se confondant avec le chorion, dont elle vascularise presque toute la portion extra-placentaire.

» Les travaux peu nombreux publiés sur les deux autres ordres, les Chiroptères et les Insectivores, ne permettent pas d'établir leurs relations exactes avec ces deux types.

» J'ai cherché à combler cette lacune pour le premier, dans des recherches poursuivies pendant le cours des deux dernières années au Muséum, dans le laboratoire de M. le professeur Alph. Milne Edwards. Mes observations ont porté sur les espèces suivantes : *Vespertilio murinus, Rhinolophus euryale, Miniopterus Schreibersi, Pteropus vetulus, Eonycteris spelæa.*

» De Baer et M. R. Owen avaient depuis longtemps signalé la persistance de la vésicule ombilicale jusqu'à la naissance. M. Ercolani a constaté qu'elle est de bonne heure richement vascularisée et qu'elle s'accole au chorion pendant les premiers temps du développement. Elle y reste toujours unie par un tractus mésodermique vasculaire, désigné sous le nom de *funicule,* par lequel des vaisseaux sanguins se rendraient de la vésicule ombilicale au chorion. M. Ercolani en conclut que les Chiroptères doivent être placés à côté des Rongeurs, parmi ses Mammifères omphaloïdiens, et qu'ils n'ont aucun rapport avec les Primates. Tout en considérant comme parfaitement exactes les observations et les figures de ce savant, je ne puis partager son interprétation.

» Le chorion, en effet, est entièrement vascularisé par l'allantoïde, dont les vaisseaux se distribuent au placenta et rayonnent autour de cet organe pour se ramifier jusqu'au pôle opposé de l'œuf. L'allantoïde, dans son ensemble, formait primitivement un sac conique ayant pour base le placenta. Son revêtement épithélial interne, constitué par le feuillet interne, persiste dans cette forme; la cavité se réduit même considérablement, tout en restant très apparente et facile à insuffler; mais le feuillet moyen vasculaire s'étend sous l'enveloppe séreuse, à laquelle il s'unit pour former le chorion définitif à mesure que la vésicule ombilicale se détache de cette enveloppe; enfin il l'envahit complètement.

» La vésicule ombilicale persistante constitue un grand sac très richement vascularisé, à parois assez épaisses et plissées, caché en grande partie derrière le placenta et adhérent par sa base à l'amnios. Son extrémité adhère longtemps au chorion sur un petit espace ; en ce point, le feuillet moyen de la vésicule ombilicale fait corps avec le feuillet moyen de l'allantoïde; leurs vaisseaux entrent en contact et leurs dernières ramifications peuvent s'anastomoser, mais *jamais aucun vaisseau d'origine omphalo-mésentérique et de diamètre notable ne pénètre dans le chorion.* Vers la fin de la gestation la vésicule ombilicale s'éloigne du chorion, mais y reste rattachée par une bride mésodermique, le funicule, dans laquelle les vaisseaux sont tous manifestement d'origine allantoïdienne, de telle sorte

que le sang est plutôt porté du chorion vers la vésicule ombilicale qu'en sens inverse.

» L'amnios, adhérent, vers la partie céphalique de l'embryon, à la vésicule ombilicale et à l'allantoïde, en est plus ou moins largement séparé dans tout le reste de son étendue, de sorte qu'il existe un vaste cœlome externe creusé entre les deux lames du feuillet moyen et tapissé par un endothélium analogue à celui qui a été signalé par M. Slavjansky et décrit par M. Dastre chez le Lapin.

» J'ai pu vérifier ces faits sur des fœtus de plusieurs genres de Roussettes. Dans un cas cependant, chez l'*Eonycteris spelæa*, j'ai cru voir des vaisseaux qui partiraient de la vésicule ombilicale pour se rendre dans le chorion et s'y imbriquer avec les vaisseaux allantoïdiens. L'état de l'embryon, conservé depuis longtemps dans l'alcool, ne permettant pas de faire pénétrer une injection, il m'est impossible d'affirmer que j'ai réellement eu affaire à des vaisseaux perméables et non à une apparence due peut-être à la longue macération. Un fait analogue a été observé dans les mêmes conditions, par M. Rolleston, chez le *Phyllostoma hastatum*.

» En résumé, l'œuf des Chiroptères est intermédiaire à celui des Primates et à celui des Rongeurs. Il se rattache aux premiers par la vascularisation du chorion aux dépens de l'allantoïde, aux seconds par l'existence du cœlome externe. La vésicule ombilicale persistant indépendamment du chorion est un caractère qui lui est propre.

» La richesse de vascularisation de cet organe (l'artère omphalo-mésentérique le cède à peine en diamètre à l'une des deux artères allantoïdiennes, et le plexus à mailles serrées que forment ses branches rappelle un organe (respiratoire) semblait indiquer un rôle physiologique important. Je me suis assuré, en pratiquant des coupes histologiques, que la paroi est constituée par une trame conjonctive presque entièrement formée de vaisseaux, recouverte par deux épithéliums : l'un interne, formé de cellules polyédriques remplies de granulations graisseuses semblables à celles figurées par Claude Bernard dans les villosités amniotiques des Ruminants; l'autre externe, constitué par de longues cellules prismatiques. Les deux épithéliums, mais surtout celui de la face interne, brunissent fortement par le réactif iodé. La vésicule ombilicale est donc un organe de glycogénie.

» J'ai également décelé la matière glycogène dans l'épithélium interne de l'allantoïde, mais je ne l'ai retrouvée nulle part ailleurs dans les annexes

de l'embryon, ni dans l'amnios, qui est entièrement dépourvu de villosités ou de plaques analogues à celles des Ruminants, ni dans l'endothélium du cœlome externe ([1]). »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Contributions à la flore cryptogamique de la presqu'île de Banks (Nouvelle-Zélande).* Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Chatin.

« Les Cryptogames que j'ai pu étudier dans l'herbier du Dr Raoul, chirurgien de la marine, ont été recueillies, en 1840, sur la côte orientale de la Nouvelle-Zélande (île du sud), dans la presqu'île de Banks, aux environs du lac Ellessuere et de la baie d'Akaroa. D'après mes recherches, la florule bryologique de la presqu'île de Banks emprunte ses représentants à l'Europe, à l'Amérique australe, à la Nouvelle-Hollande, aux îles Falkland, aux îles Saint-Paul et Amsterdam, à l'île Campbell et à la Tasmanie. L'examen des nombreuses Cryptogames indéterminées (Muscinées, Lichens) provenant d'Akaroa m'a permis de distinguer, à côté des *Conostemum australe* Hook, *Orthodontium australe* Hook, *Macromitrium longirostrum* Hook, *Dawsonia polytrichoïdes* Brown, *Hypopterygium Novæ Zelandiæ* Müll., bon nombre de Mousses cosmopolites. Parmi les Muscinées de la presqu'île de Banks qui croissent communément en Europe, je citerai les *Polytrichum formosum, piliferum, juniperum,* le *Rhacomitrium lanuginosum* (var. *pruinosum*), le *Ceratodon purpureus,* le *Didymodon capillaceus* qui existe aussi au cap Horn, le *Barbula muralis* et le *Funaria hygrometrica,* deux Mousses très répandues dans le monde entier, le *Webera nutans,* dont on a constaté l'existence aux îles Falkland, à l'île Saint-Paul (Bescherelle), à la Nouvelle-Calédonie et en Tasmanie, les *Hypnum fluitans, denticulatum, cupressiforme.* Les espèces suivantes se retrouvent dans les autres îles de la Polynésie et de la Mélanésie : les *Macromitrium longirostrum* Hook, *Conostemum australe* Hook, *Andrea mutabilis* Hook vivent à Campbell et à Auckland; l'*Orthondium australe* Hook existe aux Malouines et le *Polytrichum compressum* Hook au cap Horn; le *Cyrtopus Taïtensis* Sch. croît à Taïti et

([1]) Je dois à l'obligeance de M. le professeur C. Vogt la communication du manuscrit d'une Note qu'il a présentée au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Alger. Les résultats auxquels est arrivé ce savant naturaliste diffèrent notablement des miens; cependant, après avoir revu mes préparations, je crois devoir maintenir mes conclusions.

en Tasmanie. Dans le groupe des Hypnacées, l'*Hypopterygium Novæ Zelandiæ* Müll. est une forme australienne, comme le curieux *Dawsonia polytrichoides* Brown que je signale pour la première fois en Nouvelle-Zélande. Les espèces qui paraissent les plus communes à Akaroa sont l'*Hypnum aciculare* Hedw., qui a été recueilli à Auckland et à Taïti, et l'*Hookeria pennata*. Au nombre des Hépatiques qui présentent le plus d'intérêt, je citerai le *Symphyogyne hymenophyllum* Nees., le *Marchantia linearis* L. et un *Marchantia* nouveau (*Marchantia Raouli* N.) qui diffère du *polymorpha* par ses organes sexués réunis en grand nombre sur les mêmes branches du thalle, la forme des chapeaux à anthéridies, la disposition des lobes rayonnants du réceptacle femelle et les feuilles très développées du périchèse. M. Raoul a aussi rapporté d'Akaroa plusieurs lichens bien conservés. Je mentionnerai le *Sticta endochrysa* Del., espèce des îles Malouines et du Chili, le *Sticta prolificans* Nyl. de la Nouvelle-Calédonie, le *Sticta Freycinetii* Del., forme antarctique abondante aux Malouines, en Australie, en Tasmanie, le *Neuropogon melaxanthus* Nyl., commun sur les rochers du Spitzberg et des terres magellaniques. J'ajoute enfin qu'il m'a été possible de découvrir, parmi les thalles des *Cladonia*, quelques touffes du *Ceratilla rosulata* Hook, Composée qui rivalise de petitesse avec les *Oligosporus* bryiformes du détroit de Magellan, et, sur des morceaux d'argile, les rosettes du *Phylloglossum Drummondii* Kz., type fort instructif qui, comme je l'ai démontré, relie intimement, dans la flore actuelle, les Ophioglossées aux Lycopodiacées isosporées. Les collections de MM. Raoul, Jouan, Thiébault, Vieillard, Desplanche et de tant d'autres officiers distingués de notre marine prouvent que les richesses botaniques des régions australes sont loin d'être épuisées et réservent encore de curieux enseignements de Géographie botanique. Il serait désirable de voir entreprises, par un cryptogamiste, des explorations spéciales en vue de compléter nos connaissances sur les végétaux inférieurs des terres antarctiques. »

M. d'Abbadie présente à l'Académie, de la part de l'auteur, un Catalogue de douze mille quatre cent quarante et une étoiles, comprenant 565 pages in-4°, et ajoute ce qui suit :

« Ce beau travail est dû à M. E.-J. Stone, directeur de l'Observatoire Radcliffe, à Oxford, d'après ses observations effectuées au Cap de Bonne-Espérance, dans les années 1871 à 1879. Le but de ce Catalogue a été de déterminer, par des mesures indépendantes, les neuf mille sept cent soixante-

six étoiles de Lacaille qui ne sont pas visibles dans les principaux observatoires de l'hémisphère boréal. M. Stone y a joint les étoiles de 6e et de 7e grandeur contenues dans le Recueil de sept mille trois cent quatre-vingt-cinq astres observés par Brisbane, et qui avaient été négligées par l'abbé Lacaille en 1763. Comme moyen de contrôle, l'Ouvrage comprend aussi plusieurs étoiles observées au Cap par M. Stone et ayant une déclinaison australe au-dessous de 25°.

» Chacun de ces douze mille astres a été observé trois fois au moins, et bien plus souvent quand ils sont gros; quelques étoiles de 1re grandeur l'ont été plus de soixante fois. Toutes ont été réduites à l'époque de 1880, et l'on a employé les réfractions de Bessel, diminuées dans le rapport de 0,9988 à 1, ou multipliées par 1,003282 quand l'apozénith dépassait 85°. Toutefois, ces dernières réfractions semblent un peu trop fortes.

» Comparées au *Nautical Almanac*, les ascensions droites diffèrent selon les heures sidérales d'une manière trop systématique pour qu'on puisse attribuer ces écarts à de simples erreurs d'observation. Les plus grands sont de $0^s,018$ entre 12^h et 18^h de temps sidéral, c'est-à-dire quand le travail avait lieu forcément pendant la saison humide.

» Quarante-quatre étoiles seulement sont signalées par M. Stone comme douées de mouvements propres un peu forts, compris entre $+0^s,72$ à $-0^s,476$ en ascension droite et $+2'',45$ à $-1'',50$ en apopole. Beaucoup d'autres mouvements propres moins considérables sont indiqués d'après les comparaisons faites avec neuf Catalogues différents publiés depuis l'année 1800. Enfin une Carte polaire comprenant les étoiles jusqu'à la 7e grandeur, comprises entre les apopoles 110° et 180°, montre le groupement relatif des astres et ajoute à la valeur de ce Catalogue, qui fera époque en Astronomie.

» M. Stone rend hommage à l'exactitude de Lacaille, tant pour ses *Fundamenta Astronomiæ*, publiés en 1757, que pour son *Cœlum australe stelliferum*. Ce dernier travail, fait avec un modeste objectif de $13^{mm},5$, c'est-à-dire moins grand qu'une de nos pièces de $0^{fr},20$, un grossissement de huit fois seulement et un micromètre rhomboïde à éclipses, montre qu'on peut rendre à la Science des services réels quand on s'étudie à compenser la faiblesse des instruments par la patience, l'exactitude, et surtout par cette précision de visée que tout observateur scrupuleux peut acquérir à force de pratique. Le zèle de Lacaille était si grand, qu'il lui est arrivé de mesurer plus de deux cent quarante étoiles dans une seule nuit. »

M. D. Carrère adresse une nouvelle Communication ayant pour objet de démontrer que la transformation qu'il a proposée peut remplacer le théorème de Sturm, dans certains cas particuliers, lorsque l'équation algébrique est de degré impair.

M. Maumené adresse une réclamation sur un travail de M. Berthelot qui a paru, en avril 1881, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, sous le titre « Observations sur la densité de vapeur de l'iode ».

M. Ch. Brame prie l'Académie de prendre connaissance du pli cacheté qu'il a déposé dans la séance du 3 octobre 1859.

Ce pli, inscrit sous le n° 1868, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient une Note portant pour titre « Emploi contre les maladies de la peau du topique Corne et Demeaux, modifié par M. Ch. Brame ».

M. Tanguy adresse une Note intitulée « Loi de la projection des corps célestes ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mai 1881.

Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique sur la dernière expédition des Chotts. Complément des études relatives au projet de mer intérieure; par le commandant Roudaire. Paris, Impr. nationale, 1881; in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; vol. XXXIV, 4e série, t. IV. Bordeaux, impr. J. Durand, 1880; in-8°.

Annales de la Société de Médecine de Saint-Etienne et de la Loire. Comptes rendus de ses travaux; t. VII, 4e Partie, année 1880. Saint-Etienne, impr. J. Pichon, 1881, in-8°.

Rapport sur l'Ecole pratique des Hautes Etudes, 1879-1880. Paris, impr. Delalain, 1881; in-8°.

Mémoire sur la représentation des surfaces et les projections des Cartes géographiques; par M. A. Tissot. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Commission des Engrais. Rapport sur la reconstitution des vignes phylloxérées; par A. Rommier. Paris, impr. agricole de l'Étoile, 1881; in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Le Phylloxera dans la Bourgogne en 1880; *par* M. A. Rommier. Paris, impr. Donnaud, 1881; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Notizie di libri relativi alle Matematiche posseduti dalla Biblioteca allessandrina e non citati dal conte Giovanni Maria Mazzuchelli nella parte stampata della sua Opera intitolata « Gli scrittori d'Italia », raccolte da Enrico Narducci. Róma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1880; in-4°.

Report of the fiftieth meeting of the British Association for the advancement of Science, held at Swansea in august and september 1880. London, John Murray, 1880; in-8° relié.

Results of meteorological observations made at the Radcliffe observatory, Oxford, in the years 1876-79, edited by E. James Stone; vol. XXXVII. Oxford, James Parker, 1880; in-8° relié.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh, session 1878-79, 1879-80. Edinburgh, 1881; 2 vol. in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XXIX, Part. 1, 2. Edinburgh, 1881; 2 vol. in-4°.

The proceedings of the linnean Society of New South Wales; vol. IV, Part the fourth; vol. V, Part the first, Part the second. Sydney, 1879-1880; 3 livr. in-8°.

Roorkee hydraulic experiments; by capt. Allan Cunningham. Roorkee, Thomason, 1880-1881; 3 vol. in-8°, texte et planches.

OUVRAGES ADRESSÉS AUX CONCOURS DONT LA CLOTURE EST FIXÉE AU 1er JUIN.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône. Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône; par F. Fontannes. Lyon, H. Georg; Paris, F. Savy, 1875-1881; 8 volumes ou brochures in-8°.

PRIX SAVIGNY.

Description de la faune de la mollasse, marine et d'eau douce du Lyonnais et du Dauphiné; par A. Locard. Lyon, impr. Pitrat, 1878; in-4°.

Malacologie lyonnaise ou description des mollusques terrestres et aquatiques des environs de Lyon. — Catalogue des Mollusques vivants, terrestres et aquatiques, du département de l'Ain. Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon. — Etudes sur les variations malacologiques d'après la faune vivante et fossile de la partie centrale du bassin du Rhône. — Nouvelles recherches sur les argiles lacustres des terrains quaternaires des environs de Lyon. — Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse; par A. LOCARD. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1877-1881; 7 vol. in-8°.

PRIX MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

De l'empirisme, ses causes, ses dangers, et moyens de le combattre. — Des dangers de l'écrémage du lait, etc. — Ville de Lille. Commission des logements insalubres. Rapport général sur les travaux de la Commission pendant l'année 1879 *et pendant l'année* 1880. — *Etude bibliographique et clinique des injections intra-utérines. — Des causes de la mortalité des nouveau-nés, etc.; par* M. T. BÉCOUR. Paris et Lille, 1878-1881; 6 br. in-8°.

Nature parasitaire des accidents de l'impaludisme etc.; par A. LAVERAN. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

De la dyspepsie gastro-intestinale, de l'entérite chronique, etc.; par le Dr A. BARADUC. Paris, Germer-Baillière, 1881; br. in-8°.

Traité clinique et pratique des maladies mentales; par le Dr J. LUYS. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1881; in-8°.

PRIX PONCELET.

Traité élémentaire et pratique de la résolution générale des équations d'un degré quelconque; par A.-C. BENOIT-DUPORTAIL. Paris, E. Lacroix, sans date; in-8°.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

Contributions expérimentales à l'étude de la chromatopsie chez les Batraciens, les Crustacés et les Insectes; par J. CHATIN. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

PRIX BARBIER.

De l'hémoptysie nerveuse; par M. le Dr M. CARRE. Paris, P. Asselin, 1877; br. in-8°.

Notes sur l'empyème. Nouveau procédé opératoire; par le Dr M. CARRE. Lyon, Assoc. typographique, 1874; br. in-8°.

PRIX DESMAZIÈRES.

Essai d'une classification des Diatomées. — Catalogue des Diatomées de l'île Campbell et de la Nouvelle-Zélande. — Diatomées récoltées sur les huîtres de Ning-Po et de Nimrod-Sound (Chine). — Spirogyra des environs de Paris. — La dessiccation fait-elle périr les Diatomées? par Paul Petit. Paris, 1877-1881; 5 br. in-8°.

Florule bryologique de la Nouvelle-Calédonie. — Note sur les Mousses du Paraguay récoltées par M. Balansa de 1874 à 1877. — Florule bryologique de la Réunion, etc. — Florule bryologique des Antilles françaises. — Florule bryologique de l'île de Nossi-Bé. — Note sur les Mousses des îles Saint-Paul et Amsterdam. Paris, 1876-1881; par M. E. Bescherelle; 7 br. in-4° ou in-8°.

PRIX ALHUMBERT.

Recherches sur la formation du sucre réducteur dans les sucres bruts de canne et de betterave. — Développement comparatif de l'Aspergillus glaucus *et de l'*Aspergillus niger *dans un milieu artificiel. — De la fermentation alcoolique avec le* Mucor circinelloides. — *Du rôle des êtres microscopiques et des moisissures dans l'altération des matières organiques. Putréfaction spontanée des œufs. — Sur un procédé nouveau d'extraction du sucre des mélasses. — Influence de l'acide succinique sur la fermentation du sucre du canne. — Sur l'inversion et sur la fermentation alcoolique du sucre de canne par les moisissures; par* M. U. Gayon. Paris, 1875-1881; 7 br. in-4° ou in-8°.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

Cartes de navigation. La direction et l'intensité des vents dans les trois Océans; par L. Brault. Au dépôt des Cartes et Plans de la Marine. Paris, sans date; atlas grand aigle.

PRIX SERRES.

Contributions à l'histoire de la vésicule germinative, etc. — De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire. — Recherches sur les dicyémides, etc. — Relation d'un cas de tuberculose cestodique. — Le genre Dactycotyle, etc. — De l'existence d'un appareil vasculaire à sang rouge dans quelques Crustacés. — De la place que les Limules doivent occuper dans la classification des Arthropodes, etc. — Recherches sur l'embryogénie des Crustacés. — Note sur la structure des Grégarines. — Contribution à l'histoire du développement embryonnaire des Téléostéens. — Recherches sur l'évolution des Grégarines. — Etude zoologique et anatomique du

genre Macrostomum. — *Recherches faites au laboratoire d'Embryogénie et d'Anatomie comparée de l'Université de Liège.* — *Rapport sommaire sur les résultats d'un voyage au Brésil et à la Plata.* — *Contribution à la connaissance de l'ovaire des Mammifères.* — *Observations sur la maturation, la fécondation et la segmentation de l'œuf chez les Cheiroptères.* — *Recherches sur l'embryologie du Lapin.* — *Recherches sur la composition et la signification de l'œuf, etc.; par* M. Edouard van Beneden. Paris et Bruxelles, 1869-1881; 23 volumes ou brochures in-4° ou in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une dépêche expédiée le 9 juin par S. M. l'Empereur du Brésil :

« Rio-Janeiro, 9 juin 1881.

« Éléments plus approchés de la comète : passage au périhélie, 19 juin; distance périhélie, 0,693; longitude du périhélie, 272°; longitude du nœud, 273°; inclinaison, 64°. »

M. **Faye**, chargé par S. M. l'Empereur du Brésil de présenter à l'Académie le premier fascicule du Tome I des « Annales de l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro », donne une analyse du contenu de cet Ouvrage.

PHYSIQUE. — *Sur une loi simple relative à la double réfraction circulaire naturelle ou magnétique.* Note de M. **A. Cornu.**

« La propriété singulière que possèdent certains corps de faire tourner le plan de polarisation de la lumière, propriété qui paraissait ne devoir être expliquée que par une connaissance approfondie de la constitution molé-

culaire de ces corps, a été, par un trait de génie de Fresnel, ramenée, comme explication, aux phénomènes ordinaires de propagation des ondes.

» L'explication de Fresnel est fondée en effet :

» 1° Sur une *équivalence cinématique* : une onde à vibration rectiligne équivaut à la superposition de deux ondes à vibrations circulaires de sens inverses se propageant avec la même vitesse ;

» 2° Sur une *propriété physique* que Fresnel a découverte et vérifiée par expérience : dans les corps doués de pouvoir rotatoire, la vitesse de propagation des ondes à vibrations circulaires a deux valeurs différentes suivant le sens de la description de la vibration.

» La réalité de l'existence de ces deux ondes ([1]) a été mise hors de doute par la célèbre expérience du *triprisme* de Fresnel; on peut la démontrer par un dispositif plus simple encore, consistant en un prisme de quartz, dont le plan bissecteur est perpendiculaire à l'axe optique, placé au centre d'un goniomètre de Babinet; la fente, éclairée avec une lumière monochromatique, donne, au minimum de déviation, deux images polarisées circulairement en sens inverses; elles sont distantes d'environ 27″, avec la lumière jaune de la soude pour un angle réfringent de 60°. L'image la moins déviée est polarisée circulairement vers la droite si le quartz est dextrogyre, vers la gauche s'il est lévogyre.

» Ces deux images restent fixes comme déviation et comme polarisation circulaire, sinon comme intensité, quel que soit le mode de polarisation de la lumière incidente. L'une d'elles s'éteint lorsqu'on emploie un faisceau polarisé circulairement, et celle qui reste présente la polarisation circulaire de même sens que le faisceau incident. La double réfraction circulaire du quartz suivant l'axe est donc établie expérimentalement par le phénomène fondamental qui définit la réfraction ordinaire ou la double réfraction à polarisation rectiligne.

» Le phénomène des franges d'interférence, qui constitue une méthode si délicate pour la mesure des différences de vitesse dans la propagation des ondes, apporte une démonstration équivalente. Si, adoptant le dispositif de la célèbre expérience de Fresnel et Arago, on cherche à faire inter-

---

([1]) Elle a été contestée récemment par M. Gouy (*Comptes rendus*, t. XC, p. 992 et 1121); on va voir, par les faits exposés, que les conclusions de ce physicien n'ont aucun fondement. Les *équivalences cinématiques* proposées par l'auteur sont incontestables; mais elles ne peuvent, par leur nature même, constituer aucune objection contre les faits qu'elles représentent.

férer les deux moitiés d'un faisceau de lumière blanche naturelle, passant respectivement à travers deux blocs de quartz, de longueurs parfaitement égales, mais de rotations contraires (biquartz à deux rotations), suivant la direction de l'axe optique, on reconnaît dans le champ de diffraction deux systèmes latéraux de franges, complètement séparés lorsque les blocs ont plus de $0^m,030$ de longueur. Si l'on analyse ces deux systèmes de franges, on reconnaît qu'ils sont polarisés circulairement en sens inverses; le système polarisé circulairement vers la droite est dévié du côté du bloc lévogyre, et inversement. Les deux systèmes de franges restent fixes comme position et polarisation circulaire, sinon comme intensité, quel que soit le mode de polarisation de la lumière incidente; l'un des systèmes s'évanouit complètement si l'on emploie comme source un faisceau de lumière polarisée circulairement, et celui qui subsiste est polarisé comme la source.

» Ainsi la méthode du prisme et celle des interférences s'accordent pour démontrer dans le quartz, suivant l'axe, l'existence de deux ondes circulaires inverses, se propageant avec deux vitesses différentes : la vitesse la plus grande correspondant à la vibration circulaire de même nom que la rotation du quartz.

» La théorie de Fresnel a été étendue immédiatement à l'explication du pouvoir rotatoire que le magnétisme développe dans les milieux transparents; l'adaptation était particulièrement naturelle après les beaux travaux d'Ampère sur l'identité des aimants et des solénoïdes. On a matérialisé, en quelque sorte, l'action du magnétisme sur la lumière sous forme de la règle mnémonique suivante : La vitesse de propagation d'une onde circulaire est accélérée ou retardée suivant que le sens de rotation de la vibration circulaire est en concordance ou en discordance avec le sens de rotation du courant dans l'hélice produisant le champ magnétique. Cette extension a paru si naturelle, que la vérification expérimentale de la théorie de Fresnel appliquée aux phénomènes magnétiques n'a été, sinon faite, du moins publiée que dans ces derniers temps ([1]).

» Les vitesses v', v'' des deux ondes circulaires inverses sont liées à l'arc α de rotation du plan de polarisation par la relation qu'on déduit de la théorie de Fresnel,

$$\alpha = \frac{\pi e}{\lambda}\left(\frac{V}{v'} - \frac{V}{v''}\right),$$

([1]) A. Righi, *Nuovo Cimento*, t. IV, 1878; H. Becquerel, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 334.

où λ est la longueur d'onde dans l'air de la radiation simple employée, V la vitesse de la lumière dans l'air et π l'arc d'une demi-circonférence, égal à 3,14159.

» J'ai été amené à rechercher une seconde relation entre ces vitesses, de manière à les déterminer toutes deux d'une manière complète; les faits observés peuvent se résumer sous la forme très simple que voici :

» 1° *Dans le quartz, la moyenne des vitesses de propagation suivant l'axe optique des ondes circulaires de sens inverses est sensiblement égale à la vitesse de l'onde ordinaire perpendiculairement à cet axe.*

» 2° *Dans le flint lourd de Faraday, la moyenne des vitesses de propagation des ondes circulaires de sens inverses séparées par l'action magnétique est sensiblement égale à la vitesse commune de ces ondes quand l'action magnétique est nulle* [1].

» *Expériences faites sur le quartz.* — La propriété énoncée a été vérifiée sur toute l'étendue des radiations comprises entre le rouge et la limite des radiations ultra-violettes, c'est-à-dire depuis la raie n° 1 du cadmium ($\lambda = 643,7$) jusqu'aux raies n° 32 de l'aluminium ($\lambda = 185$). La méthode du prisme permet, en effet, de mesurer simultanément les trois vitesses en question : il suffit d'employer, fixés l'un au-dessus de l'autre, deux prismes de quartz ayant *exactement* leurs faces dans le même plan, l'un taillé suivant la coupe précédemment indiquée, le plan bissecteur de l'angle réfringent normal à l'axe optique, l'autre ayant l'arête parallèle à cet axe. Ce double prisme, placé sur la plate-forme du goniomètre de Babinet, donne quatre images de la fente éclairée avec une lumière monochromatique; trois d'entre elles sont très voisines et parfaitement équidistantes, si les deux prismes ont *exactement* le même angle. Celle du milieu est polarisée rectilignement, parallèlement à l'arête commune : c'est l'onde ordinaire.

---

[1] *Remarque.* — J'emploie à dessein le terme vague de *moyenne* sans qualification telle que *harmonique* ou *arithmétique*; en effet, la différence entre les vitesses v', v'' et la vitesse de l'onde unique U est si petite, eu égard à la précision des mesures, qu'on doit considérer $U - v'$ et $U - v''$ comme de véritables différentielles $\delta' U$ et $\delta'' U$: la relation donnée est donc $\delta' U + \delta'' U = 0$. Il en résulte que toute fonction continue de U, F(U), donnerait également $\delta' F + \delta'' F = 0$. Ainsi les inverses des vitesses qui représentent les indices rapportés au vide suivraient sensiblement la même loi.

Des observations plus précises ou la découverte de faits nouveaux permettront sans doute de définir la forme la plus probable de la fonction F(U) : il serait actuellement imprudent d'affirmer que la moyenne *harmonique* (bien que donnée directement par la méthode des franges d'interférence) est préférable à la moyenne *arithmétique*; à l'ordre d'approximation où nous sommes placés, toutes ces évaluations sont équivalentes.

Les deux autres sont polarisées circulairement en sens inverses, comme dans l'expérience citée précédemment. La quatrième image représente l'onde extraordinaire.

» L'observation micrométrique directe ne comporte qu'une approximation médiocre dans la région des radiations visibles, en raison de la faible distance angulaire des images; mais, dans la région ultra-violette, les mesures des clichés photographiques acquièrent une précision qui croît très vite avec la réfrangibilité, car la distance des images réfractées croît comme le pouvoir rotatoire, c'est-à-dire plus vite que l'inverse du carré de la longueur d'onde. De plus, l'influence relative d'une petite inégalité dans l'angle des deux prismes décroît rapidement avec la réfrangibilité : il en résulte que la netteté des vérifications est d'autant plus grande que la longueur d'onde est plus courte, contrairement à ce qui a lieu pour les lois seulement approximatives, comme la loi de Biot, où les divergences s'aggravent avec la réfrangibilité des radiations observées.

» L'insuffisance de précision que donne la méthode du double prisme avec les radiations visibles m'a conduit à compléter les mesures par la méthode des interférences. L'expérience consiste à faire interférer deux faisceaux traversant respectivement deux blocs *parfaitement égaux* de quartz, l'un dans le sens de l'axe optique, l'autre dans le sens perpendiculaire (biquartz à axes croisés). En polarisant la lumière blanche employée pour éclairer la fente lumineuse, de manière à ne laisser passer dans le second bloc que l'onde ordinaire, on observe deux systèmes latéraux de franges polarisées circulairement en sens inverses. A l'aide d'un compensateur spécial, on amène successivement la frange similaire de chaque système sous le réticule, et la moyenne des déplacements donne exactement la position de la frange centrale du système qu'on obtient en faisant passer les deux faisceaux simultanément à travers le même bloc. L'apparition de ce nouveau système de franges s'obtient par une légère translation transversale donnée au biquartz ([1]).

» *Expériences faites sur le flint lourd.* — La loi relative au pouvoir rotatoire magnétique, en raison de la faible double réfraction développée et de l'opacité du flint lourd pour les radiations réfrangibles, n'a pu être établie que par la méthode des interférences. Les deux faisceaux passaient

---

[1]) Je tiens à remercier M. J. Duboscq et M. Léon Laurent pour le concours empressé qu'ils m'ont apporté dans ces expériences et l'habileté qu'ils ont déployée dans la taille et le polissage des appareils de quartz dont j'ai eu besoin.

respectivement à travers deux blocs égaux de flint, l'un placé entre les deux armatures du gros électro-aimant de l'École Polytechnique, l'autre soustrait à l'action magnétique, soit par un éloignement suffisant, soit par l'insertion dans l'intérieur de l'une des armatures. La fente lumineuse était éclairée avec de la lumière polarisée circulairement vers la gauche dans la moitié supérieure, vers la droite dans la moitié inférieure. On obtient ainsi deux systèmes de franges, exactement sur le prolongement l'un de l'autre, lorsque le courant est interrompu; mais les deux systèmes se séparent d'une quantité proportionnelle à l'intensité du champ magnétique lorsque le courant est fermé, et la moyenne de leurs positions reproduit leur position commune primitive. L'inversion du courant échange les déviations et double la précision des mesures. Malgré la petitesse des déviations, qui atteignent à peine $\pm \frac{1}{10}$ de frange, le caractère différentiel des mesures et la précision des pointés, qui dépasse parfois $\frac{1}{200}$ de frange, permettent d'affirmer l'égalité des variations de vitesse à moins de $\frac{1}{20}$ de leur valeur, approximation qui paraîtra déjà considérable, eu égard à l'ordre de grandeur du phénomène.

» *Énoncé plus général.* — Bien que les expériences n'aient porté que sur deux substances particulières, comme ces deux substances réunissent, chacune dans leur genre, les conditions les plus favorables à la précision des mesures, je suis convaincu que les résultats obtenus doivent s'étendre à tous les corps similaires sur lesquels il serait plus difficile d'expérimenter.

» L'analogie des deux lois obtenues dans des conditions si différentes semblerait même révéler une propriété optique générale de la matière pondérable relativement à la transformation des ondes lumineuses : en effet, ces deux lois sont susceptibles d'un énoncé commun indépendant des circonstances dans lesquelles elles ont été obtenues :

» *Le dédoublement d'une onde polarisée rectilignement en deux ondes polarisées circulairement en sens inverses s'effectue de manière que la moyenne des vitesses de propagation des ondes dédoublées soit égale à la vitesse de propagation de l'onde unique qui existe dans les conditions où les causes de ce dédoublement n'agissent pas.*

» La généralité de cette conclusion est trop éloignée des faits observés pour qu'on puisse l'accepter autrement que comme une conjecture; aussi ne me serais-je pas hasardé à l'énoncer si je n'étais en possession de faits analogues, rendant fort probable l'existence de relations de cette forme, et que j'aurai prochainement l'honneur de communiquer à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool dialdanique;* par M. A. **Wurtz.**

« J'ai décrit sous le nom de *dialdane* un produit de condensation de l'aldol, produit qui renferme les éléments de 2^mol d'aldol moins 1^mol d'eau ·

$$2C^4H^8O^2 = C^8H^{14}O^3 + H^2O.$$

C'est un corps à fonction mixte, à la fois aldéhyde, alcool secondaire et éther. En s'oxydant, il donne un acide monobasique $C^8H^{14}O^4$, qui forme de magnifiques cristaux. Je vais décrire dans cette Note l'alcool correspondant $C^8H^{16}O^3$.

» Pour l'obtenir on traite par un grand excès d'amalgame de sodium à 1 pour 100 une solution aqueuse étendue et refroidie de dialdane, en ayant soin d'ajouter fréquemment de petites quantités d'acide chlorhydrique étendu de façon à maintenir la liqueur légèrement acide. Elle se colore à peine dans ces conditions. Si l'on opère sur une cinquantaine de grammes de dialdane, l'opération dure environ une semaine. Finalement on neutralise exactement la liqueur et on l'évapore à l'étuve en consistance sirupeuse. Il se sépare du chlorure de sodium qu'on précipite complètement en ajoutant de l'alcool absolu. Ce dernier ayant été chassé par distillation, on obtient un résidu sirupeux qu'on distille dans le vide, à la trompe. Une partie notable du produit passe entre 160° et 175° à la pression de 10^{mm} de mercure. C'est un liquide incolore, très épais, qui se prend, dans l'espace de quinze jours, en une masse de cristaux, qu'on sépare par compression de l'eau mère épaisse qui les empâte.

» 50^{gr} de dialdane bien purifié par cristallisation dans l'alcool ont fourni 25^{gr} de liquide passant entre 160° et 172° à 10^{mm} de pression. Au delà de cette température le thermomètre s'élève rapidement; le résidu, encore assez abondant, commence à mousser et à déborder, de telle sorte que la distillation ne peut pas être continuée. Il reste une masse brune, amorphe, presque solide.

» Le corps solide, purifié par compression, est une masse blanche cristalline, déliquescente, soluble en toutes proportions dans l'eau et dans l'alcool, très soluble dans l'éther. On peut l'obtenir en cristaux assez définis, en ajoutant à une solution éthérée un excès de la masse blanche cristalline et en abandonnant le tout pendant longtemps à lui-même. Les cristaux plongés dans la solution saturée finissent par grossir. Ils se ramol-

lissent à 49° et sont complètement fondus à 53°, en un liquide incolore qui bout de 162° à 165°, sous la pression de 10mm de mercure.

» La composition de ce corps répond à la formule $C^8H^{16}O^3$, ainsi que le prouvent les analyses suivantes :

	I.	II.	III.	$C^8H^{16}O^3$.
Carbone	59,74	59,84	59,70	60,00
Hydrogène	10,16	10,10	10,28	10,00
Oxygène	»	»	»	30,00
				100,00

» Ce corps résulte donc de la fixation de 2at d'hydrogène sur 1mol de dialdane.

» Sa fonction alcoolique est établie par l'expérience suivante. On l'a chauffé en tube scellé pendant six heures avec six fois son poids d'anhydride acétique, et l'on a distillé dans le vide le liquide légèrement coloré ainsi obtenu, jusqu'à ce que le thermomètre se fût élevé à 80°. Le résidu a été agité avec une solution concentrée de carbonate de soude, et le tout a été agité avec de l'éther. La solution éthérée, colorée en brun, a été chauffée au bain-marie, puis distillée dans le vide. Tout a passé, entre 158° et 160° sous la pression de 20mm, sous forme d'un liquide parfaitement incolore, un peu épais, neutre et qui a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	58,89	59,01
Hydrogène	8,19	8,19
Oxygène	»	32,80
		100,00

Ces nombres répondent à la formule $C^8H^{14}(C^2H^3O)^2O^3$, qui est celle d'un diacétate dialdanique. On a déterminé la proportion d'acide acétique en saponifiant le produit par un excès d'eau de baryte à 100°. 100 parties d'éther ont donné 48,9 parties d'acide acétique : la formule précédente exige 49,1 parties d'acide acétique.

» L'acide nitrique attaque l'alcool dialdanique avec une violence extrême. Le perchlorure de phosphore l'attaque de même à la température ordinaire, avec dégagement d'acide chlorhydrique et formation d'oxychlorure. Si l'on prend soin de modérer la réaction en refroidissant, le liquide demeure parfaitement incolore et fournit, après décomposition de l'oxychlorure de phosphore par l'eau, un chlorure épais incolore qui n'a pas encore été analysé.

» La solution aqueuse d'alcool dialdanique ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal.

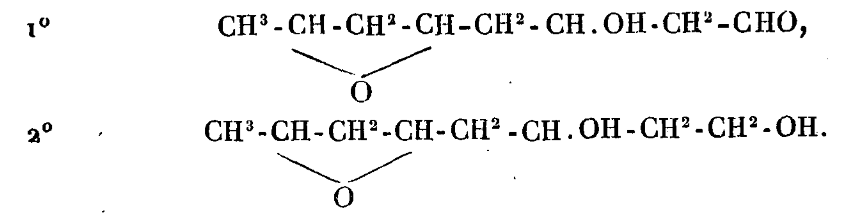
» L'alcool dialdanique ne fixe pas d'eau lorsqu'on le chauffe à 150° avec de l'eau acidulée d'acide sulfurique.

» La constitution de cet alcool est évidemment analogue à celle du dialdane dont il dérive. J'ai déjà indiqué l'hypothèse la plus simple que l'on puisse faire au sujet du dialdane, en le représentant comme du dialdol moins de l'eau, le dialdol lui-même résultant de la soudure de molécules d'aldol, comme celui-ci résulte de la soudure de 2^{mol} d'aldéhyde.

» Le dialdol normal serait

(1) $CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO.$

» En se déshydratant, un des oxhydryles pourrait enlever 1^{at} d'hydrogène à l'un des groupes ou chaînons voisins : il en résulterait que les deux groupes qui ont ainsi réagi l'un sur l'autre avec perte d'eau demeureraient unis par une double liaison. Le dialdane serait dans ce cas une combinaison non saturée. Or il n'est pas probable qu'il en soit ainsi, car on sait que de tels corps non saturés fixent très facilement le brome : ce n'est pas le cas pour le dialdane et pour l'alcool dialdanique. Lorsqu'on ajoute du brome à une solution éthérée d'alcool dialdanique, de façon à maintenir ce dernier en excès, on observe un léger dégagement de chaleur, mais la liqueur demeure colorée en orangé. Ce n'est pas ainsi que se comportent les composés saturés dans lesquels 2^{at} de carbone échangent une double valence. Il n'est donc pas probable que l'aldéhyde et l'alcool dont il s'agit appartiennent à cette catégorie de composés. Dès lors, on doit admettre que la déshydratation du dialdol a lieu aux dépens de deux oxhydryles et que le dialdane est un vrai éther du dialdol. S'il en est ainsi, les formules suivantes représentent la constitution du dialdane et de l'alcool dialdanique (1) :



(1) Le dialdol normal serait formé par la soudure du groupe aldéhydique CHO d'une molécule d'aldol $CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO$ au groupe CH^3 d'une seconde molécule d'aldol. Un corps isomérique pourrait se former par la soudure du groupe CHO d'une molécule

» L'alcool dialdanique serait *à la fois* alcool primaire, alcool secondaire et éther, et cette hypothèse est d'accord avec les faits : en effet, il ne fixe directement ni le brome ni l'hydrogène.

» De la fixation directe de l'hydrogène sur l'alcool dont il s'agit résulterait l'alcool triatomique saturé $C^8H^{18}O^3$, et l'on pourrait s'attendre à voir un tel corps dans la réaction même qui donne naissance à l'alcool dialdanique par l'action d'un excès d'hydrogène sur celui-ci.

» Dans la pensée que le liquide sirupeux qui imprègne les cristaux d'alcool dialdanique pourrait être cet alcool triatomique saturé, je l'ai extrait des papiers par l'eau, j'ai évaporé la solution dans le vide et j'ai distillé le résidu également dans le vide : le tout a passé entre 160° et 165°, à 10^{mm} de pression, et le produit distillé présentait exactement la composition de l'alcool dialdanique :

		Théorie.
Carbone.............	59,68	60,00
Hydrogène...........	10,12	10,00

Il s'est rempli de cristaux au contact d'un cristal d'alcool dialdanique. Il résulte de ce qui précède que ce dernier ne fixe pas l'hydrogène dans les conditions indiquées. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction par voie aqueuse du feldspath orthose;* par MM. C. Friedel et Edm. Sarasin.

« Les inclusions aqueuses qui existent dans le quartz des granites montrent que ce minéral, et par conséquent aussi le feldspath qui l'accompagne, se sont produits en présence de l'eau. Pour qu'un silicate anhydre se soit formé dans ces conditions, une température élevée était très probablement nécessaire. D'autre part, les intéressantes recherches de M. Daubrée sur la décomposition du feldspath par l'eau, ayant montré que ce minéral perd du silicate de potasse même à la température ordinaire au contact de l'eau, nous avons été amenés à supposer que, si le feldspath se formait en présence de l'eau, ce ne pouvait être qu'au sein

---

d'aldol avec un groupe CH^2 de la seconde molécule d'aldol. Le corps ainsi formé serait

$$CH^3\text{-}CH.OH\text{-}\underset{|}{CH}\text{-}CHO$$
$$\qquad\qquad CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CH.OH\text{-}CH^3.$$

Le dialdane pourrait être le dérivé éthéré de ce dialdol dissymétrique. On ne connaît aucun moyen de vérifier cette hypothèse, qui laisse subsister, en tout cas, le caractère mixte des fonctions du dialdane, à la fois aldéhyde, alcool secondaire et éther.

d'une eau mère assez riche en silicate alcalin. Ces considérations nous ont guidés dans des essais que nous poursuivons depuis assez longtemps déjà et qui nous ont conduits à la reproduction du *feldspath orthose*, et en même temps du *quartz* et de la *tridymite*.

» L'appareil qui nous sert à mettre en présence à une température élevée les matières qui doivent réagir consiste en un tube d'acier ayant au moins $0^m,01$ d'épaisseur et $0^m,015$ de vide, doublé intérieurement d'un tube en cuivre assez épais ou d'un tube de platine. Un bouchon, également de cuivre ou de platine, est fortement serré sur le rebord du tube intérieur, qui lui-même s'appuie sur la tête du tube d'acier. Le serrage se fait par l'intermédiaire d'un couvercle en acier sur lequel agissent trois ou quatre fortes vis. Par ce moyen, on obtient une fermeture hermétique qui résiste souvent, quoique pas toujours, à la pression considérable qui se produit au moment du chauffage.

Le tube d'acier est placé dans un bloc de fonte de Wiesnegg, chauffé au gaz; on atteint et on maintient ainsi facilement des températures approchant du rouge sombre.

» Les mélanges sur lesquels nous avons opéré étaient formés d'abord de silice gélatineuse, d'alumine et d'une solution de potasse. Mais nous avons obtenu de meilleurs résultats en précipitant du silicate de potasse par le chlorure d'aluminium, lavant et exprimant ce précipité dans un linge, et le délayant ensuite dans du silicate de potasse en dissolution, additionné de quantités variables de potasse. Le chauffage durait tantôt seize heures environ, tantôt une trentaine d'heures; nous n'avons pas remarqué que cette différence de durée apportât une notable modification aux résultats obtenus, au moins en ce qui concerne le feldspath.

» Avec le premier mélange, ce qui s'est produit surtout, c'est le quartz, qui se présente d'ailleurs dans presque toutes les expériences et parfois en cristaux d'une assez grande dimension pour avoir pu être mesurés au goniomètre de Wollaston. Il présente toutes les particularités des cristaux naturels et ressemble surtout à ceux du Dauphiné, c'est-à-dire au quartz des filons. Les conditions dans lesquelles ce quartz s'est produit sont assez analogues à celles qu'a réalisées M. Daubrée lorsqu'il a attaqué le verre par l'eau surchauffée ([1]). Dans ces expériences, comme dans les nôtres, l'eau mère restait fortement chargée de silicate alcalin.

» Lorsque l'on opère à une température très élevée, le quartz est mélangé

([1]) *Annales des Mines*, 5e série, t. XII, p. 298.

de lamelles hexagonales de tridymite, facilement reconnaissables à leurs groupements et à l'absence d'action sur la lumière polarisée. C'est la première fois que ce minéral, découvert par M. vom Rath dans les trachytes et reproduit par G. Rose en fondant de la silice avec du sel de phosphore, a été obtenu en présence de l'eau.

» Les cristaux de quartz sont presque toujours accompagnés de petits grains cristallisés, tantôt en losanges, tantôt limités par des arêtes arrondies qui leur donnent l'aspect de grains d'orge; en raison de leur faible dimension, il est fort difficile de mesurer leurs angles; ils agissent sur la lumière polarisée, mais assez faiblement, à cause de leur peu d'épaisseur.

» En nous servant du mélange de silicate d'alumine et de silicate de potasse et en diminuant graduellement la proportion de silice, nous sommes arrivés à réduire de beaucoup le quartz et à obtenir une poudre formée surtout des petits losanges et des grains d'orge. Cette poudre, séparée par lévigation des parties les plus ténues, présente les propriétés suivantes elle fond difficilement au chalumeau en un verre blanc bulleux; elle est inattaquable aux acides; elle a sensiblement la densité du feldspath orthose, ainsi qu'on peut s'en assurer en en versant une certaine quantité dans une solution d'iodomercurate de potassium (liqueur de Thoulet) ayant une densité telle qu'une lamelle d'orthose y nage et qu'un grain de quartz aille au fond. On voit la poudre du minéral artificiel y nager, et, si l'on ajoute quelques gouttes d'eau à la surface du liquide, de manière à amener la formation des couches de densités différentes, on la voit rester au même niveau que la lamelle d'orthose.

» Nous avons soumis à l'analyse deux échantillons de cette poudre cristalline. Ils nous ont donné :

	I.	II (par différence).	Orthose.
Silice	72,0	70,03	64,63
Alumine	14,9	15,59	18,49
Potasse	12,2	14,38	16,87
	99,1	100,00	

» Nous avions donc bien en mains une matière feldspathique dans laquelle le rapport de l'oxygène de l'alumine à celui de la potasse est de 3 à 1. Quant à la silice, l'examen microscopique nous montrait qu'une partie était contenue dans la matière à l'état de quartz. Il était donc bien probable que nous avions affaire à un mélange d'orthose et de quartz. Néanmoins nos analyses ne nous auraient pas suffi pour pouvoir l'affirmer, car il aurait

pu se faire que le quartz fût mélangé non à de l'orthose, mais à un feldspath potassique encore inconnu, ayant une composition analogue à celle de la pétalite, ou au contraire à un feldspath potassique moins riche en silice. L'examen microscopique ne permet pas d'apprécier assez exactement la proportion de quartz pour trancher la question dans un sens ou dans l'autre.

» Ce qui nous a permis d'arriver à une conclusion certaine, c'est que dans plusieurs des expériences qui nous ont donné une matière moins pure, c'est-à-dire plus riche en quartz, nous avons trouvé des cristaux d'une plus grande dimension, dont nous n'avons pu mesurer au microscope les angles et déterminer les plans d'extinction avec des résultats très nets. Entre ces cristaux bien définis, les losanges et les grains d'orge dont nous avons parlé plus haut, nous avons d'ailleurs trouvé tous les termes de passage, et il est impossible de ne pas y reconnaître la même substance.

» Les cristaux, dans les diverses préparations et souvent dans une même, présentent trois aspects différents qui rappellent trois variétés de l'orthose [1]. Le plus souvent ils sont en lamelles hexagonales dissymétriques, ayant la forme des faces g^1 de certaines orthoses des granites limitées par les faces p, h^1 ou plutôt m, et a^1 ou $a^{\frac{1}{2}}$. Nous avons mesuré l'angle ph^1 sur plusieurs cristaux et nous l'avons trouvé de 117° en moyenne (orthose, 116°,7). Nous avons trouvé plusieurs fois des angles de 128° à 130° s'accordant avec l'angle $pa^1 = 129°40'$ de l'orthose. L'extinction a lieu dans des directions faisant environ 22° avec l'arête g^1h^1 et 5° environ avec l'arête pg^1. Ce sont encore là des nombres caractéristiques pour l'orthose.

» D'autres cristaux présentent les faces g^1, p et m, et se placent dans le baume sur la face p. Pour ceux-ci, il a été possible de mesurer l'angle plan de la base, qui a été trouvé de 113° en moyenne (orthose, 113° 15' 30"). Pour ces lames, l'extinction a lieu exactement suivant l'arête pg^1, ainsi que cela doit avoir lieu.

» Enfin l'on rencontre des cristaux qui ont l'aspect de l'adulaire, avec les faces m, pa^1. Sur un cristal qui s'était placé sur une face m, nous avons pu mesurer l'angle plan de cette face, et nous avons trouvé 104°, c'est-à-dire exactement l'angle de l'orthose, qui est de 104° 0' 46".

---

[1] Pour les mesures, les cristaux ont été noyés dans le baume entre deux lames de verre. Leur indice de réfraction est sensiblement celui du baume, de sorte qu'on les voit très difficilement lorsqu'on ne se sert pas de la lumière polarisée. Il en est de même de l'orthose, ainsi que nous l'avons constaté.

» Toutes ces mesures, réunies aux analyses que nous avons données plus haut et aux autres caractères physiques et chimiques, nous permettent de conclure d'une manière certaine que nous sommes parvenus à reproduire l'orthose.

» Dans une de nos expériences, dans laquelle l'eau s'était échappée lentement, nous avons trouvé une matière cristalline en assez grandes lames ressemblant tout à fait au feldspath orthose, s'éteignant à 3° ou 4° environ de la grande dimension des lames, et qui enveloppent de petits quartz bipyramidés, sans faces du prisme, rappelant tout à fait celui qui a été distingué par les pétrographes sous le nom de *quartz ancien*.

» Enfin quelques-uns de nos essais nous ont fourni une matière cristallisée en beaux prismes orthorhombiques (faces g^1, p, m) de $0^m,002$ à $0^m,003$ de longueur, dans lesquels dominent les faces g^1. Ils ne renferment que fort peu d'alumine, et celle-ci paraît y être à l'état de mélange. Ils sont formés d'un silicate hydraté de potasse très riche en silice. Nous reviendrons sur ce composé.

» Notre conclusion est que nous sommes parvenus à reproduire l'orthose et en même temps le quartz dans des conditions qui nous paraissent plus rapprochées de celles de la nature que celles dans lesquelles s'est placé M. Hautefeuille pour ses belles recherches sur la reproduction des feldspaths. Néanmoins, les difficultés que nous avons trouvées à réussir, la petite dimension des cristaux, l'incertitude dans laquelle nous sommes encore en ce qui concerne les conditions les plus favorables de température et de composition des mélanges mis en expérience montrent que la solution du problème n'est pas encore complète et que notre procédé, qui s'appliquera sans doute à d'autres silicates que l'orthose, a besoin d'être encore perfectionné. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Compte rendu sommaire des expériences faites à Pouilly-le-Fort, près Melun, sur la vaccination charbonneuse*; par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland** et **Roux**.

« Dans une lecture que j'ai faite à l'Académie le 28 février dernier, qui avait pour objet la découverte d'une méthode de préparation des virus atténués du *charbon*, je m'exprimais ainsi, en mon nom et au nom de mes jeunes collaborateurs :

« Chacun de nos microbes charbonneux atténués constitue pour le microbe supérieur un

vaccin, c'est-à-dire un virus propre à donner une maladie plus bénigne. Quoi de plus facile, dès lors, que de trouver dans ces virus successifs des virus propres à donner la *fièvre charbonneuse* aux moutons, aux vaches, aux chevaux, sans les faire périr et pouvant les préserver ultérieurement de la maladie mortelle? Nous avons pratiqué cette opération avec un grand succès sur les moutons. Dès qu'arrivera l'époque du parcage des troupeaux dans la Beauce, nous en tenterons l'application sur une grande échelle. »

» L'affection charbonneuse fait perdre chaque année tant de millions à la France, il serait si désirable de pouvoir en préserver les espèces ovine, bovine, chevaline, que l'occasion d'une application de la méthode de vaccination dont je parle s'est offerte à nous presque immédiatement, sans que nous ayons eu à attendre l'époque du parcage des moutons.

» Dès le mois d'avril dernier, la Société d'Agriculture de Melun, par l'organe de son président, M. le baron de la Rochette, me proposa de se rendre compte par une expérience décisive des résultats que je venais d'annoncer à l'Académie. Je m'empressai d'accepter, et le 28 avril il fut convenu et affirmé ce qui suit :

» 1° La Société d'Agriculture de Melun met à la disposition de M. Pasteur soixante moutons.

» 2° Dix de ces moutons ne subiront aucun traitement.

» 3° Vingt-cinq de ces moutons subiront deux inoculations vaccinales, à douze ou quinze jours d'intervalle, par deux virus charbonneux inégalement atténués.

» 4° Ces vingt-cinq moutons seront, en même temps que les vingt-cinq restants, inoculés par le charbon très virulent, après un nouvel intervalle de douze ou quinze jours.

» Les vingt-cinq moutons non vaccinés périront tous; les vingt-cinq vaccinés résisteront, et on les comparera ultérieurement avec les dix moutons réservés ci-dessus, afin de montrer que les vaccinations n'empêchent pas les moutons de revenir à un état normal.

» 5° Après l'inoculation générale du virus très virulent aux deux lots de vingt-cinq moutons vaccinés et non vaccinés, les cinquante moutons resteront réunis dans la même étable; on distinguera une des séries de l'autre en faisant, avec un emporte-pièce, un trou à l'oreille des vingt-cinq moutons vaccinés.

» 6° Tous les moutons qui mourront charbonneux seront enfouis un à un dans des fosses distinctes, voisines les unes des autres, situées dans un enclos palissadé.

» 7° Au mois de mai 1882, on fera parquer dans l'enclos dont il vient

d'être question vingt-cinq moutons neufs, n'ayant jamais servi à des expériences, afin de prouver que les moutons neufs se contagionneront spontanément par les germes charbonneux qui auront été ramenés à la surface du sol par les vers de terre.

» 8° Vingt-cinq autres moutons neufs seront parqués tout à côté de l'enclos précédent, à quelques mètres de distance, là où l'on n'aura jamais enfoui d'animaux charbonneux, afin de montrer qu'aucun d'entre eux ne mourra du charbon.

Addition à la convention-programme précédente.

» M. le président de la Société d'Agriculture de Melun ayant exprimé le désir que ces expériences pussent être étendues à des vaches, j'ai répondu que nous étions prêts à le faire, en avertissant toutefois la Société que, jusqu'à présent, les épreuves de vaccination sur les vaches n'étaient pas aussi avancées que celles sur les moutons, qu'en conséquence il pourrait arriver que les résultats ne fussent pas aussi manifestement probants que sur les moutons. Dans tous les cas, j'exprimais ma reconnaissance à la Société de Melun de vouloir bien mettre dix vaches à notre disposition, que six seraient vaccinées et quatre non vaccinées, qu'après la vaccination les dix vaches recevraient en même temps que les cinquante moutons l'inoculation du virus très virulent. J'affirmais d'autre part que les six vaches vaccinées ne seraient pas malades, tandis que les quatre non vaccinées périraient en totalité ou en partie, ou du moins seraient toutes très malades.

» Ce programme, j'en conviens, avait des hardiesses de prophétie qu'un éclatant succès pouvait seul faire excuser. Plusieurs personnes eurent l'obligeance de m'en faire la remarque, non sans y mêler quelque reproche d'imprudence scientifique. Toutefois, l'Académie doit comprendre que nous n'avions pas libellé un tel programme sans avoir de solides appuis dans des expériences préalables, bien qu'aucune de ces dernières n'eût l'ampleur de celle qui se préparait. Le hasard, d'ailleurs, favorise les esprits préparés, et c'est dans ce sens, je crois, qu'il faut entendre la parole inspirée du poète : *Audentes fortuna juvat.*

» Les expériences ont commencé le 5 mai, dans la commune de Pouilly-le-Fort, près Melun, dans une ferme appartenant à M. Rossignol.

» Sur le désir de la Société d'Agriculture qui avait pris l'initiative des essais, on convint de remplacer deux moutons par deux chèvres, et, comme aucune condition quelconque d'âge ou de race n'avait été fixée par nous,

les cinquante-huit moutons étaient d'âge, de race et de sexe différents. Sur les dix animaux de l'espèce bovine, il y avait huit vaches, un bœuf et un taureau.

» Le 5 mai 1881, on inocula, au moyen d'une seringue de Pravaz, vingt-quatre moutons, une chèvre et six vaches, chaque animal par cinq gouttes, d'une culture d'un virus charbonneux atténué. Le 17 mai, on réinocula ces vingt-quatre moutons, la chèvre et les six vaches par un second virus charbonneux également atténué, mais plus virulent que le précédent.

» Le 31 mai, on procéda à l'inoculation très virulente qui devait juger de l'efficacité des inoculations préventives des 5 et 17 mai. A cet effet, on inocula d'une part les trente et un animaux précédents, vaccinés, et d'autre part vingt-quatre moutons, une chèvre et quatre vaches. Aucun de ces derniers animaux n'avait subi de traitement préalable.

» Le virus très virulent qui servit le 31 mai était régénéré des corpuscules-germes du parasite charbonneux conservé dans mon laboratoire depuis le 21 mars 1877.

» Afin de rendre les expériences plus comparatives, on inocula alternativement un animal vacciné et un animal non vacciné. L'opération faite, rendez-vous fut pris, par toutes les personnes présentes, pour le jeudi 2 juin, par conséquent après quarante-huit heures seulement depuis le moment de l'inoculation virulente générale.

» A l'arrivée des visiteurs, le 2 juin, les résultats émerveillèrent l'assistance. Les vingt-quatre moutons et la chèvre qui avaient reçu les virus atténués, ainsi que les six vaches, avaient toutes les apparences de la santé; au contraire, vingt et un moutons et la chèvre, qui n'avaient pas été vaccinés, étaient déjà morts charbonneux; deux autres des moutons non vaccinés moururent sous les yeux des spectateurs, et le dernier de la série s'éteignit à la fin du jour.

» Les vaches non vaccinées n'étaient pas mortes. Nous avons déjà prouvé antérieurement que les vaches étaient moins sujettes que les moutons à mourir du charbon; mais toutes avaient des œdèmes volumineux autour du point d'inoculation, derrière l'épaule. Certains de ces œdèmes ont pris, les jours suivants, de telles dimensions, qu'ils contenaient plusieurs litres de liquides, déformaient l'animal : l'un d'eux même touchait presque à terre. La température de ces vaches s'éleva de 3°. Les vaches vaccinées n'éprouvèrent ni élévation de température, ni tumeur, pas la moindre inappétence, ce qui rend le succès des épreuves tout aussi complet pour les vaches que pour les moutons.

» Le vendredi 3 juin, une des brebis vaccinées mourut. L'autopsie en fut faite le jour même par M. Rossignol et par M. Garrouste, vétérinaire militaire. La brebis fut trouvée pleine, à terme, et l'agneau mort dans la matrice depuis douze à quinze jours. L'opinion des vétérinaires qui ont fait l'autopsie est que la mort de cette brebis devait être attribuée à la mort du fœtus.

» Les expériences dont je viens de présenter un compte rendu sommaire ont excité la plus vive curiosité dans le département de Seine-et-Marne et dans les départements voisins. Elles ont eu pour témoins plusieurs centaines de personnes, parmi lesquelles je citerai le président de la Société d'Agriculture de Melun, M. de la Rochette; M. Tisserand, directeur de l'Agriculture; le préfet de Seine-et-Marne, M. Patinot; un des Sénateurs du département, M. Foucher de Careil, président du Conseil général; M. Bouley, membre de cette Académie; le Maire de Melun, M. Marc de Haut, président, et M. Decauville, vice-président du Comice de Seine-et-Marne; plusieurs Conseillers généraux; tous les grands cultivateurs de la contrée; M. Gassend, directeur de la Station agronomique de Seine-et-Marne; M. le Dr Rémilly, président, et M. Pigeon, vice-président de la Société d'Agriculture de Seine-et-Oise; M. de Blowitz, correspondant du *Times*; les chirurgiens et vétérinaires militaires en garnison à Melun; enfin, un grand nombre de vétérinaires civils, parmi lesquels je nommerai, outre M. Rossignol, de Melun, MM. Garnier et Percheron, de Paris; Nocart, d'Alfort; Verrier, de Provins; Biot et Grand, de la Société médicale de l'Yonne; Thierry, de Tonnerre; Butel, de Meaux; Borgnon, de Couilly; Caffin, de Pontoise; Bouchet, de Milly; Pion, de Grignon; Mollereau, de Charenton; Cagnat, de Saint-Denis, etc.

» Je ne cacherai pas que j'éprouve ici une vive satisfaction à donner les noms des vétérinaires que le désir de connaître la vérité appela à Pouilly-le-Fort, dans la ferme de leur confrère M. Rossignol. Le plus grand nombre d'entre eux, sinon tous, avaient accueilli avec incrédulité l'annonce des résultats de notre programme. Dans leurs conversations, dans leurs journaux, ils se montraient fort éloignés d'accepter comme vraie la préparation artificielle des virus-vaccins du choléra des poules et de l'affection charbonneuse. Ce sont aujourd'hui les plus fervents apôtres de la nouvelle doctrine. La confiance de l'un d'eux, le plus sceptique au début, allait jusqu'à vouloir se faire vacciner. C'est d'un bon augure. Ils deviendront les propagateurs de la vaccination charbonneuse. Notre concours leur est acquis, Il importe essentiellement que les cultures vaccinales soient, pour un

temps du moins, préparées et contrôlées dans mon laboratoire. Une mauvaise application de la méthode pourrait compromettre l'avenir d'une pratique qui est appelée à rendre de grands services à l'Agriculture.

» En résumé, nous possédons maintenant des virus-vaccins du charbon, capables de préserver de la maladie mortelle, sans jamais être eux-mêmes mortels, vaccins vivants, cultivables à volonté, transportables partout sans altération, préparés enfin par une méthode qu'on peut croire susceptible de généralisation, puisque, une première fois, elle a servi à trouver le vaccin du choléra des poules. Par le caractère des conditions que j'énumère ici, et à n'envisager les choses que du point de vue scientifique, la découverte des vaccins charbonneux constitue un progrès sensible sur le vaccin jennérien, puisque ce dernier n'a jamais été obtenu expérimentalement. »

« M. **Milne Édwards**, à l'occasion de la belle découverte de M. Pasteur, appelle l'attention des zoologistes sur l'analogie qui lui paraît exister entre certains faits signalés par ce savant et les phénomènes d'alternance morphologique constatés depuis longtemps chez divers animaux, qui, en se multipliant tantôt par bourgeonnement ou par scissiparité, tantôt par oviparité, réalisent des formes organiques très différentes et, par exemple, deviennent dans un cas des Méduses, dans l'autre cas des Sertulariens. Il serait intéressant de voir si, en variant la température, la composition de l'air en dissolution dans l'eau ou toute autre condition biologique, on pourrait obtenir à volonté, d'une manière continue, l'un ou l'autre des deux termes des générations alternantes. Des expériences de cet ordre pourraient être faites dans nos Laboratoires de Zoologie marine.

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la vaccination contre le charbon symptomatique. Observations à la suite de la Communication de M.* Pasteur; par M. **Bouley**.

« Lorsque M. Pasteur eut fait connaître sa mémorable découverte de l'atténuation d'un virus mortel, celui du choléra des poules, au point de le destituer de ses propriétés nuisibles et de le transformer en virus vaccinal, on devait s'attendre à ce que la voie qu'il venait d'ouvrir serait suivie et que des tentatives seraient faites sur d'autres virus pour arriver à des résultats semblables.

» C'est ce qui a eu lieu en effet.

» M. Pasteur vous a rappelé, dans une séance antérieure, comment

M. Toussaint, de l'École vétérinaire de Toulouse, avait résolu le problème de transformer le virus charbonneux en virus vaccinal par l'application de la chaleur, et il s'est plu à porter témoignage de la valeur de cette découverte qui, au point de vue scientifique, a une importance considérable.

» Il en est une autre, procédant, elle aussi, du mouvement imprimé par M. Pasteur, qui, dans ces derniers temps, a été faite à l'École vétérinaire de Lyon, et qui promet d'être féconde en résultats pratiques immédiats. Déjà l'Académie a reçu communication de plusieurs Notes à ce sujet et, dans son avant-dernière séance, d'un Mémoire complet pour le Concours de la rente du prix Bréant. Si j'y reviens aujourd'hui à propos de la Communication que vient de faire M. Pasteur, c'est que la découverte des jeunes expérimentateurs de l'École de Lyon procède de celle qu'a faite M. Pasteur de la possibilité de se servir des virus mortels pour transmettre aux animaux une immunité qui les rend invulnérables aux atteintes de ces virus.

» Tel est, en effet, le résultat que MM. Arloing, Cornevin et Thomas ont obtenu par leurs expériences sur une variété de charbon désigné dans la pratique sous le nom de *charbon symptomatique*, et qui est essentiellement distinct du charbon bactéridien, car il est constitué par un autre microbe que la bactéridie.

» Les caractères distinctifs de ces deux maladies ont été donnés dans des Notes antérieures; je n'y reviens pas. Ce que je veux seulement rappeler, pour bien faire comprendre le mode de vaccination très efficace employé par les expérimentateurs de l'École de Lyon contre le charbon symptomatique, c'est que le microbe de cette maladie, très actif et mortel par ses effets lorsqu'il est mis en rapport avec le tissu cellulaire, et surtout le tissu musculaire, où il trouve les conditions d'une pullulation très énergique, ne donne lieu, au contraire, qu'à des phénomènes très effacés quand on l'introduit directement dans l'appareil vasculaire. La fièvre qu'il détermine est alors très légère et s'éteint en très peu de temps. Mais, si éphémères que soient les effets apparents de l'introduction dans le sang du microbe du charbon symptomatique, un résultat durable n'en est pas moins obtenu : c'est l'immunité acquise contre les atteintes du virus, qui demeure alors absolument inoffensif, quand on l'injecte même à fortes doses dans le tissu cellulaire ou musculaire des animaux vaccinés.

» MM. Arloing et Cornevin viennent de donner la démonstration de cette immunité devant le Jury d'un Concours ouvert, il y a huit jours, à l'École de Lyon, pour une chaire de professeur. Ce Jury, composé de re-

présentants des trois Écoles vétérinaires et d'un membre de la Section vétérinaire de l'Académie de Médecine, a été rendu témoin de résultats tellement positifs, qu'aucun doute sur l'efficacité de la vaccination contre le charbon symptomatique n'a pu demeurer dans l'esprit de personne.

» Je demande à l'Académie la permission de faire connaître ici, très sommairement, ces résultats, comme compléments des Notes qu'elle a déjà reçues de MM. Arloing, Cornevin et Thomas.

» Deux séries d'expériences ont été faites. L'une, la plus importante, ayant pour but de montrer que les sujets vaccinés à diverses époques résistent aux inoculations subséquentes du virus charbonneux. Un premier sujet, non vacciné, bélier d'Auvergne, devant servir de témoin, fut inoculé le 31 mai avec $0^{cc},5$ de liquide de pulpe charbonneuse dans la cuisse gauche. Le 2 juin, ce bélier mourait et montrait, à son autopsie, les lésions typiques du charbon symptomatique.

» En même temps que ce bélier, on inocula avec le même liquide :

» 1° Un veau charollais, vacciné depuis quatorze mois déjà par une injection intra-veineuse. Il reçut 1^{cc} de liquide virulent dans la cuisse gauche. Cette inoculation ne fut suivie d'aucune manifestation ni locale ni générale; malgré les quatorze mois écoulés depuis l'inoculation préventive, l'immunité était aussi complète qu'aux premiers jours.

» 2° Un veau bernois, vacciné depuis onze mois par injection intra-veineuse. La dose inoculée fut $0^{cc},5$ introduit dans la cuisse gauche. Aucun effet ne s'en est suivi.

» 3° Un veau âgé de seize jours. Au point de vue de la Pathologie générale, cette expérience est des plus intéressantes. Ce veau n'avait pas été vacciné directement, mais sa mère l'avait été au quatre-vingt-septième jour de sa gestation, par 4^{cc} de liquide virulent injectés dans la veine jugulaire.

» L'inoculation faite sur cet animal par l'introduction de $0^{cc},5$ de virus dans la cuisse gauche ne fut suivie d'aucun effet appréciable.

» L'immunité lui avait été donnée par sa mère, six mois avant sa venue au monde.

» 4° Une brebis auvergnate, vaccinée depuis quinze jours, mais par une autre méthode que l'injection intra-veineuse; c'est dans la trachée que le liquide virulent avait été introduit.

» Inoculée avec $0^{cc},5$ de liquide virulent, injecté dans la cuisse gauche, cette bête s'y montra réfractaire tout aussi bien que les sujets vaccinés par les veines.

» Rien de plus démonstratif que ces expériences de l'efficacité de l'inoculation préventive contre le charbon symptomatique.

» Les expériences de la deuxième série avaient pour objet de montrer qu'il existait des espèces animales naturellement réfractaires au charbon symptomatique. De fait, des inoculations faites par injections sous-cutanées et intra-musculaires, sur un porc, un rat blanc, un chien et un lapin, demeurèrent sans effets, tandis qu'un veau de cinq mois, inoculé simultanément avec le même liquide que ceux-ci, mourait le surlendemain, en présentant les tumeurs caractéristiques.

» La méthode suivie jusqu'à présent par MM. Arloing, Cornevin et Thomas pour vacciner contre le charbon symptomatique est autre que celle de M. Pasteur contre le charbon bactéridien. Ce n'est pas le virus atténué qu'ils ont employé, mais le virus naturel, dont ils atténuent les effets trop énergiques en l'introduisant d'emblée dans le milieu sanguin, moins favorable à sa pullulation puissante, sans doute par suite de cette sorte de concurrence vitale que lui font les globules du sang. La différence est donc grande entre les deux méthodes, mais le résultat est le même : MM. Arloing, Cornevin et Thomas arrivent par leur procédé à une vaccination démontrée efficace par des expériences multipliées de laboratoire, et qui, mise actuellement à l'épreuve sur deux cent quatre-vingt-quinze sujets de l'espèce bovine, dans des pays où sévit le charbon symptomatique, doit prouver à coup sûr son efficacité par l'immunité des animaux qui l'ont subie, car les conditions de l'infection naturelle sont bien moins intensives que celles que l'on réalise par l'infection expérimentale à doses forcées.

» J'ajoute que les trois expérimentateurs de Lyon continuent leurs études, qu'ils font actuellement des essais pour obtenir des effets atténués du microbe du charbon symptomatique, soit par la culture comme M. Pasteur, soit par la chaleur comme M. Toussaint, soit par les très petites doses inoculées, comme le conseille M. Chauveau, soit enfin, comme ils l'ont fait déjà avec succès, par l'injection trachéale.

» Mais, quoi qu'il en doive être de ces tentatives, le procédé qu'ils ont suivi a déjà fait ses preuves pratiques, et il demeure acquis, dès maintenant, que, grâce aux recherches auxquelles M. Pasteur a imprimé l'impulsion par la démonstration qu'il a faite de la possibilité de faire servir les virus mortels à donner l'immunité contre eux-mêmes, l'inoculation prophylactique peut être appliquée avec succès au charbon symptoma-

tique, comme M. Pasteur a réussi à le faire d'une manière si complète par ses expériences si ingénieuses d'atténuation des virus par des cultures méthodiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse aux observations présentées par M.* de Lesseps, *à la dernière séance, à l'occasion de la présentation d'un nouveau Rapport de M. le commandant* Roudaire *sur sa dernière expédition dans les chotts tunisiens.* Note de M. **E. Cosson.**

« M. de Lesseps a présenté à la dernière séance un nouveau Rapport de M. le commandant Roudaire, relatif à sa dernière expédition dans les Chotts tunisiens, et, à l'occasion de cette présentation, il a appuyé de sa haute autorité les conclusions de M. Roudaire. Ainsi, pour lui, les sondages ont » démontré que « l'on ne rencontrera aucune difficulté sérieuse dans l'exé- » cution du chenal destiné à transformer en mer intérieure les dépressions » marécageuses et insalubres situées au sud de l'Algérie et de la Tunisie.... » Non seulement la nouvelle mer modifierait, de la façon la plus heureuse, » le climat des régions voisines.... non seulement elle offrirait au com- » merce une voie de transport facile et peu coûteuse, mais elle aurait en- » core une importance politique qu'il est facile de faire ressortir »....

» Sans vouloir reprendre une discussion qui me paraît épuisée au sujet des prétendus avantages que présenterait la réalisation du projet de M. Roudaire, je ne puis laisser sans réponse des assertions qui me paraissent de nature à égarer l'opinion publique.

» Le point de départ du projet est, il ne faut pas l'oublier, que les Chotts auraient été, à l'époque géologique actuelle, directement en communication avec la mer par le Chott El-Djerid. Or, il résulte de la Note de notre éminent confrère M. Hébert, présentée à la dernière séance, sur les résultats géologiques fournis par les missions de M. le commandant Roudaire, que dans toute l'étendue de la coupe géologique du golfe de Gabès au Chott Gharsa « le sol est formé de terrain quaternaire, à l'exception du seuil de » Gabès constitué par un léger bombement crétacé, qui là s'élève à 13^m au- » dessus du niveau de la mer..... La série de ces couches quaternaires ne » laisse pas que d'avoir une épaisseur considérable; cependant leur na- » ture indique des dépôts littoraux, de lagunes et de marécages, et non des » sédiments marins d'un golfe en pleine communication avec la mer. » Pendant la longue période de leur formation, le seuil de Gabès était » immergé, mais l'amincissement de ces dépôts au seuil, leur épaississement

» sur les plans latéraux montrent que déjà il y avait là un relief sous-marin
» qui servait de limite entre la mer et les lagunes. Peut-être, mais ce n'est
» qu'une hypothèse, le bombement du seuil de Gabès s'est accru postérieu-
» rement à la période quaternaire, lors de l'exhaussement général qui a
» mis fin à cet ensemble de lagunes et de marais. »

.... « La Tunisie semble avoir été émergée pendant les longues périodes
» comprises entre le dépôt de la craie sénonienne et celui du miocène
» moyen. »

» Le projet de M. Roudaire est, je le répète, fondé sur l'hypothèse que le Chott El-Djerid doit être considéré comme le grand golfe de Triton des anciens. Or cette hypothèse est bien loin d'être confirmée par l'importante Note du savant confrère dont je viens de reproduire les principaux passages.

» Je suis loin de contester la possibilité du creusement d'un chenal à travers les Chotts, de Gabès à la plage occidentale du Chott Melghir; mais que de dépenses, que de dangers entraînerait ce creusement, malgré la puissance des moyens d'exécution dont dispose à notre époque l'art des ingénieurs.

» Tout l'intérêt de la question est de savoir si une semblable création offrirait des avantages réels, en rapport avec l'énormité des dépenses qu'entraînerait son exécution.

» Non, la mer rêvée ne modifierait en rien le climat de la région, et le changement du climat local que, par une hypothèse gratuite, on suppose devoir se produire ne pourrait que donner lieu aux plus graves inconvénients. Sans parler du préjudice causé à la production des dattes, seule et véritable richesse de la contrée, toute modification du climat local rendrait inhabitable les environs des Chotts. On sait que les dangers causés par l'humidité atmosphérique sont d'autant plus redoutables qu'ils se produisent par des températures plus élevées.

» La plus grande partie des terrains qui seraient envahis par la nouvelle mer sont loin d'être sans valeur. Elle recouvrirait, en Algérie, ainsi que je l'ai établi ailleurs (*Bulletin de la Société de Géographie*, 6e série, t. XIX), de nombreuses oasis, la majeure partie du riche territoire de la Farfaria, et augmenterait la salure des eaux fournies par les puits artésiens, déjà à peine potables.

» Les prétendus avantages commerciaux attribués à la création d'une mer intérieure ne me paraissent pas mieux établis. Toutes les caravanes qui se dirigent actuellement sur Tripoli passent par Ghadamès. Elles continueront toujours à faire de cette ville leur entrepôt commercial, car leur

route dans le Sud est déterminée par la présence de l'eau et la nécessité d'éviter la traversée des grandes dunes, qu'elles auraient, au contraire, nécessairement à franchir si elles se dirigeaient sur la partie algérienne de la mer projetée. De Ghadamès, l'entrepôt commercial de la partie orientale du Sahara, les caravanes, pour gagner la mer intérieure, auraient à effectuer dans les dunes un trajet de dix journées sans eau, tandis que, au contraire, elles trouvent un trajet relativement facile avec des aiguades et des oasis, de Ghadamès à Tripoli. De plus, ainsi que l'établissent les recherches géographiques consignées dans la carte récemment publiée par le Ministère des Travaux publics (*Carte de l'Afrique occidentale publiée par ordre de M. le Ministre des Travaux publics*; échelle $\frac{1}{5000000}$), indépendamment des difficultés pour atteindre la mer intérieure, les caravanes auraient à effectuer un plus long trajet. On peut dire, sans exagération, que les caravanes auraient à parcourir une route représentant les deux côtés d'un triangle, au lieu d'un seul côté qu'elles ont à suivre pour gagner Tripoli. Indépendamment de ce trajet, représentant les deux côtés d'un triangle au lieu d'un seul, elles auraient, arrivées à la mer intérieure, à exécuter un déchargement et un transport à bord des navires pour les marchandises qu'elles auraient apportées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations différentielles;* par M. **Brioschi.**

« Le système d'équations différentielles que je vais considérer ici a une grande analogie avec celui qui a été étudié par M. Halphen dans sa Communication à l'Académie des Sciences du 9 mai.

» En posant $\frac{du_s}{dx} = u'_s$, ce système d'équations différentielles est le suivant :

$$(1)\quad u'_2 + u'_3 = u_2 u_3 + \varphi(x),\quad u'_3 + u'_1 = u_3 u_1 + \varphi(x),\quad u'_1 + u'_2 = u_1 u_2 + \varphi(x),$$

$\varphi(x)$ étant une fonction de x qu'on déterminera plus tard. Pour M. Halphen, $\varphi(x) = 0$. J'observe, avant tout, que ces équations conduisent aux suivantes :

$$(2)\quad (u_3 - u_2)u_1 = u'_3 - u'_2,\quad (u_3 - u_1)u_2 = u'_3 - u'_1,\quad (u_1 - u_2)u_3 = u'_1 - u'_2,$$

dont l'une quelconque est conséquence des deux autres. On pourra donc poser

$$u_2 = u_1 - z_3,\quad u_3 = u_1 + z_2,$$

et les u_1, u_2, u_3 seront donnés en fonction de z_2, z_3 de cette manière :

$$u_1 = \frac{d\log(z_2+z_3)}{dx}, \quad u_2 = \frac{d\log z_2}{dx}, \quad u_3 = \frac{d\log z_3}{dx}.$$

Mais, étant

$$u_3 - u_2 = z_2 + z_3,$$

on aura, pour les valeurs de u_2, u_3,

$$\frac{d\log\frac{z_3}{z_2}}{dx} = z_2\left(1+\frac{z_3}{z_2}\right);$$

par conséquent, si l'on pose

$$z_2 = \frac{d\log\xi}{dx},$$

on aura

$$z_3 = \frac{\xi}{1-\xi}z_2 = -\frac{d\log(1-\xi)}{dx}.$$

Les équations différentielles (2) seront donc satisfaites en posant

$$(3) \qquad u_1 = \frac{\xi''}{\xi'} - \frac{1-2\xi}{\xi(1-\xi)}\xi', \quad u_2 = \frac{\xi''}{\xi'} - \frac{\xi'}{\xi}, \quad u_3 = \frac{\xi''}{\xi'} + \frac{\xi'}{1-\xi},$$

ξ étant une fonction indéterminée de x.

» D'autre part, en substituant ces valeurs de u_1, u_2, u_3 dans les équations différentielles données (1), on voit tout de suite qu'elles seront satisfaites si

$$(4) \qquad \varphi(x) = 2\frac{\xi'''}{\xi'} - 3\frac{\xi''^2}{\xi'^2} + \frac{1-\xi+\xi^2}{\xi^2(1-\xi)^2}\xi'^2.$$

» Considérons maintenant les deux équations différentielles du second ordre

$$(5) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2y}{dx^2} + p\dfrac{dy}{dx} + ry = 0, \\ \dfrac{d^2w}{d\xi^2} + P\dfrac{dw}{dx} + Rw = 0. \end{cases}$$

» On sait depuis longtemps, par les recherches de M. Kummer sur les séries hypergéométriques (*Journal de Crelle*, t. XV), que de ces équations on déduit l'équation différentielle du troisième ordre

$$(6) \qquad 2\frac{\xi'''}{\xi'} - 3\frac{\xi''^2}{\xi'^2} + \left(4R - P^2 - 2\frac{dP}{d\xi}\right)\xi'^2 - \left(4r - p^2 - 2\frac{dp}{dx}\right) = 0;$$

or, si l'on pose

$$4R - P^2 - 2\frac{dP}{d\xi} = \frac{1 - \xi + \xi^2}{\xi^2(1-\xi)^2}, \quad 4r - p^2 - 2\frac{dp}{dx} = \varphi(x),$$

l'équation de condition (4) se réduit à celle de M. Kummer, et l'on pourra obtenir la valeur de ξ dans les cas connus d'intégration de cette équation différentielle.

» Les valeurs de P, R qui donnent, pour $4R - P^2 - 2\frac{dP}{d\xi}$, l'expression ci-dessus sont

$$P = \frac{1-2\xi}{\xi(1-\xi)}, \quad R = -\frac{1}{4\xi(1-\xi)}.$$

La seconde des équations différentielles (5) pourra donc s'intégrer au moyen de séries hypergéométriques, ou, en indiquant par w_0, w_1 deux intégrales particulières, on aura

$$w_0 = F(\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, 1, \xi),$$
$$w_1 = F(\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, 1, 1-\xi),$$

$F(\alpha, \beta, \gamma, \xi)$ étant, selon l'algorithme ordinaire, une série hypergéométrique.

» Si la première des équations différentielles (5) a la même propriété, on pourra poser

$$y_0 = F(\alpha, \beta, \gamma, x),$$
$$y_1 = F(\alpha, \beta, \alpha+\beta-\gamma+1, 1-x),$$

et l'intégrale générale de l'équation (6) sera donnée par la relation

$$\frac{w_1}{w_0} = \frac{ay_0 + by_1}{cy_0 + dy_1},$$

a, b, c, d étant des constantes.

» Les séries hypergéométriques w_0, w_1 peuvent s'exprimer, comme il est connu, par des intégrales définies de la manière suivante :

$$w_0 = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-\xi\sin^2\varphi}}, \quad w_1 = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-(1-\xi)\sin^2\varphi}}.$$

Si donc on suppose $\xi = k^2$, k étant le module des fonctions elliptiques, on aura

$$w_0 = \frac{2}{\pi}K, \quad w_1 = \frac{2}{\pi}K',$$

et, en posant $q = e^{-\pi\frac{K'}{K}}$, on pourra écrire

$$\log q = \frac{ay_0 + by_1}{cy_0 + dy_1}.$$

Si enfin l'on suppose $p = r = 0$, et en conséquence $\varphi(x) = 0$ (c'est le cas de M. Halphen), on aura $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$, et l'on pourra poser $x = \log q$; les valeurs de u_1, u_2, u_3 seront donc, dans ce cas,

$$u_1 = \frac{d\log K^2}{dx}, \quad u_2 = \frac{d\log k'^2 K^2}{dx}, \quad u_3 = \frac{d\log k^2 K^2}{dx}.$$

» L'équation différentielle du troisième ordre (6) contient trois termes qui sont formés de la même manière. En effet, si l'on pose

$$\frac{d^2\log\xi'}{dx^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{d\log\xi'}{dx}\right)^2 = [\xi]_x$$

et

$$Z = \frac{w_1}{w_0}, \quad Y = \frac{ay_0 + by_1}{cy_0 + dy_1},$$

on peut donner à l'équation même la forme

$$[\xi]_x + [Z]_\xi \xi'^2 - [Y]_x = 0.$$

» Soit x une fonction d'une nouvelle variable z; on obtiendra facilement les formules de transformation

$$[\xi]_x = [\xi]_z z'^2 + [z]_x, \quad [y]_x = [y]_z z'^2 + [z]_x,$$

par lesquelles la dernière devient, sans aucun changement de forme, la suivante :

$$[\xi]_z + [Z]_\xi \left(\frac{d\xi}{dz}\right)^2 - [Y]_z = 0.$$

Mais, en indiquant par v_1, v_2, v_3 les trois fonctions qu'on déduit de u_1, u_2, u_3 en substituant au lieu de ξ', ξ'' les $\frac{d\xi}{dz}$, $\frac{d^2\xi}{dz^2}$, on trouve, pour une fonction quelconque u_s,

$$u_s = \frac{z''}{z'} + v_s z',$$

et l'on aura évidemment

$$v'_s + v'_r = v_s v_r + \psi(z),$$

étant $\frac{1}{2}\psi(z) = [y]_z$.

» Dans le cas considéré par M. Halphen, $[y]_x = 0$, $[y]_z = 0$; en consé-

quence, $[z]_x = 0$ ou

$$z = \frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta},$$

comme il a supposé. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les moyens d'épargner l'eau dans les écluses dites* jumelles *et d'en accélérer le service*. Note de M. A. DE CALIGNY.

« Quand on a deux sas parallèles appelés *écluses jumelles*, on peut les faire fonctionner indépendamment l'un de l'autre, chacun d'eux ayant un appareil d'épargne, pouvant aussi servir à accélérer la manœuvre, comme je l'ai expliqué dans les *Comptes rendus* (séance du 30 mai). Mais il y a des circonstances assez fréquentes où il est utile qu'un des sas se vide quand l'autre se remplit. On conçoit que, si une communication peut être convenablement établie entre l'appareil de vidange d'une des écluses et l'autre sas, l'eau qui descendra de la capacité qu'on doit vider, en relevant par son travail une partie de l'eau au bief supérieur, pourra s'introduire dans l'autre sas, au lieu de s'écouler au bief inférieur.

» L'appareil fonctionnera dans ces conditions d'une manière parfaitement analogue à ce qui se présente à l'écluse de l'Aubois, quand ses effets y sont combinés avec un bassin d'épargne, comme pendant les dernières expériences répétées en présence de M. Vallès, inspecteur général des Ponts et Chaussées, et sur lesquelles il a fait un Rapport au Ministère des Travaux publics, le 4 mars 1880. Mais il y aura une différence essentielle : l'eau ne sera plus obligée de traverser deux fois le système, afin d'être employée utilement, puisque la capacité où elle entre doit elle-même être remplie pour faire monter ou descendre un bateau.

» On n'aura à se servir, si l'on veut, que des périodes de l'appareil de vidange. Lorsque celui-ci ne fonctionnera plus assez utilement, un tuyau de communication, dont je parlerai plus loin, permettra de laisser se produire une grande oscillation qui aidera à vider le premier sas et à remplir le second. On pourra achever ensuite la vidange du premier et le remplissage du second par les tuyaux de conduite du système, de sorte que les ventelles des portes pourront toujours être supprimées ou être calfatées de manière à ne servir que dans des circonstances exceptionnelles, si, par exemple, l'appareil était en réparation.

» Il est à remarquer que les têtes des deux appareils peuvent être dis-

posées dans un *terre-plein* séparant les deux écluses jumelles. Une seule rigole en communication avec le bief d'amont et une seule rigole en communication avec le bief d'aval suffiront pour les deux machines. On pourra mettre les tubes mobiles soit près de la partie d'amont, soit près de la partie d'aval des deux sas, selon qu'on le trouvera plus convenable dans chaque circonstance.

» Si le tuyau de conduite relatif à chacune des écluses y débouche, comme je l'ai expliqué dans ma Note précitée, ce qu'il y a de plus pratique paraît être de disposer les deux systèmes des tubes mobiles près du bief inférieur. Il n'y aurait plus, en effet, de rigole d'aval. Celle d'amont serait plus facile à ménager dans le terre-plein qu'une rigole d'aval ne le serait pour le cas où les têtes de machines seraient, au contraire, près du bief supérieur, sans rigole d'amont. Une grande partie des tuyaux de conduite pourrait être ménagée dans les bajoyers des écluses. Ces tuyaux auraient ainsi, à peu de frais, une longueur développée considérable, ce qui, dans ces limites, est important pour le rendement et la facilité des manœuvres.

» Les deux sas doivent pouvoir, comme je l'ai dit, communiquer alternativement l'un avec l'autre le plus librement possible. Il suffit pour cela que le tuyau de conduite d'une des deux machines se prolonge horizontalement, par un coude arrondi en quart de cercle, au delà du siége de son tube d'aval. Ce siége, au lieu d'être mis sur une portion recourbée du tuyau de conduite, pourra être, ainsi que celui du tube d'amont, sur une partie rectiligne. Le prolongement horizontal dont je viens de parler portera un siége avec tube mobile sur son extrémité recourbée verticalement, ou disposée de manière à recevoir des lames courbes concentriques, dont j'ai depuis longtemps vérifié par expérience l'utilité pour diminuer la résistance de l'eau dans les coudes brusques. Le tube vertical *additionnel* dont je viens de parler, étant destiné à mettre alternativement en communication le tuyau de conduite d'un des sas avec l'autre écluse, sera disposé dans une chambre communiquant avec celle-ci. Lorsqu'il sera baissé, les appareils des deux sas pourront fonctionner indépendamment l'un de l'autre.

» Il y a un des deux sas pour lequel on pourra faire marcher l'appareil de remplissage plus avantageusement que pour l'autre, si l'on veut s'en servir après la grande oscillation : c'est celui dont le tuyau de conduite communique alternativement avec l'autre écluse. Au lieu de faire fonctionner le tube d'aval, pour relever de l'eau quand on veut achever de remplir le sas dont il s'agit, après la grande oscillation, on lèvera alternati-

vement, en temps utile, le tube vertical *additionnel* de la chambre de communication précitée. L'eau sera puisée dans l'autre sas à une profondeur moindre que si elle était tirée du bief inférieur.

» Il est intéressant de remarquer que les têtes des machines, étant dans le terre-plein entre les deux écluses, se trouveront en quelque sorte dans une *île*, bien plus isolées du public qu'elles ne le seront pour les écluses simples. Il ne sera pas d'ailleurs nécessaire que ce *terre-plein* ait une largeur de plus de 7^m environ.

» Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* (séance du 21 octobre 1872), j'ai signalé diverses causes de déchet relatives aux grandes oscillations. Je dois ajouter, d'après des expériences faites à Cherbourg l'année dernière, sous ma direction, qu'il y a une différence très notable dans la résistance de l'eau en mouvement dans les coudes brusques disposés à l'extrémité d'un tuyau de conduite, quand l'eau y entre ou quand elle en sort. Ainsi, même dans le cas où le rayon d'arrondissement intérieur d'un coude en quart de cercle, légèrement étranglé au milieu, est à peu près égal au diamètre du tuyau, la résistance est bien moindre si l'eau *entre par le coude* que si elle sort par cette extrémité. Cette série d'expériences présente une nouvelle application d'un principe sur le mode d'action des vitesses de l'eau dans une veine contractée contre la colonne liquide, qui reçoit sa percussion d'autant plus avantageusement que cette colonne a une longueur plus convenable en aval.

» Je ne donnerai pas ici des détails qu'on trouvera dans mon Ouvrage sous presse, annoncé dans ma dernière Note. J'ajouterai seulement, quant aux écluses jumelles, que, si la communication est établie entre les deux sas au moyen du tube additionnel précité, on pourra, au besoin, les faire fonctionner en même temps, en se servant de celui des appareils qui ne porte pas ce troisième tube. Dans ce cas exceptionnel, les manœuvres seraient ralenties, mais un seul éclusier ferait facilement tout le service.

» Il m'a semblé utile de donner une idée générale de la partie la plus pratique des nouvelles combinaisons auxquelles j'ai été conduit pour les écluses *jumelles*, parce qu'il paraît qu'on sera très prochainement obligé d'en construire pour un nouveau canal dont on étudie en ce moment les projets. Je rappelle d'ailleurs moi-même, en les complétant, les recherches que j'ai faites sur les causes de perte de force vive, d'une nature exceptionnelle, qui se présentent dans les oscillations de trop grandes amplitudes, afin de montrer combien il est utile de diminuer les vitesses, en divisant

ces oscillations en plusieurs, au moyen des diverses combinaisons que j'ai étudiées. »

M. **Alph. Milne Edwards**, en présentant à l'Académie une Brochure qu'il vient de publier, « Sur quelques Crustacés macroures des grandes profondeurs de la mer des Antilles », fait remarquer que les recherches récemment entreprises sur divers points montrent dans la faune océanique profonde une complication et une richesse que l'on ne soupçonnait pas. Il appelle l'attention sur quelques Crustacés fort intéressants, entre autres sur une espèce de grande taille, le *Phoberus cœcus*, complètement aveugle, mesurant plus de $0^{m},70$, qui établit une transition entre des groupes considérés jusqu'à présent comme très différents les uns des autres : ceux des Astaciens, des Thalassiniens et des Salicoques. Le *Stylodactylus serratus* et le *Nematocarcinus cursor* ne peuvent prendre place dans aucune des familles de Macroures reconnues par les zoologistes.

M. **Colladon** adresse la Lettre suivante :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la reproduction d'une esquisse représentant la tête, vue de profil, de Charles Sturm à l'âge de dix-neuf ans. Cette esquisse, qui avait été jugée très ressemblante, aura quelque intérêt pour les anciens collègues de mon illustre ami, dont on ne possède malheureusement aucun autre portrait. »

NOMINATIONS.

La Section de Minéralogie avait présenté, par l'organe de son doyen, M. Daubrée, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite du décès de M. *Delesse* :

En première ligne	M. **Fouqué**.
En seconde ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*	M. **Gaudry**. M. **Hautefeuille**. M. **Mallard**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre

qui remplira, dans la Section de Minéralogie, la place laissée vacante par le décès de M. *Delesse*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Fouqué obtient.	37	suffrages.
M. Gaudry »	22	»

M. **Fouqué**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients périodiques.* Mémoire de M. **G. Floquet.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Hermite, Jordan).

« Dans ce travail, j'ai considéré une équation différentielle linéaire homogène, $P = 0$, à coefficients uniformes et admettant une période ω, l'intégrale générale étant supposée uniforme. J'ai obtenu la forme analytique des solutions. Les équations à coefficients constants rentrant dans le type $P = 0$, on peut retrouver par cette voie les expressions connues de leurs intégrales. L'équation de Lamé, qu'ont mise en lumière les profondes recherches de M. Hermite, et en général la classe importante des équations à coefficients doublement périodiques récemment étudiées par M. Picard, rentrent aussi dans le type $P = 0$, et constituent le cas intermédiaire entre le cas des coefficients à une seule période et celui des coefficients constants. Ces équations possèdent donc un système fondamental d'intégrales tel que S, et la question de déterminer la forme de leurs solutions revient à trouver la forme plus particulière qu'affectent les fonctions périodiques désignées par $\theta(x)$ lorsque les coefficients p admettent une seconde période ω'. Posé dans ces termes, le problème a une solution facile, que je me propose d'exposer ultérieurement. »

VITICULTURE. — *Sur le traitement des vignes par le sulfure de carbone.* Lettre de M. P. Boiteau à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Nous voici arrivés au moment où la vigne est en pleine végétation, et par conséquent à l'époque où il est permis d'apprécier comparativement les résultats obtenus par les différents moyens de défense contre le Phylloxera. Ceux que nous avons signalés les années précédentes ne font que s'accentuer et le sulfure de carbone continue à montrer sa puissance insecticide. Nos vignobles traités depuis trois ou quatre ans sont de toute beauté et leur végétation est considérée comme normale. Les opérations faites aux mois de juin et de juillet de l'année dernière, sur des vignes arrivées à un état de délabrement complet, ont donné d'excellents résultats. Après ce premier traitement d'été, des radicelles se sont formées en assez grande quantité et leur ont permis de traverser favorablement la période la plus critique de la saison. Un traitement d'hiver, appliqué dans de bonnes conditions, a détruit les insectes qui avaient échappé au traitement d'été ou qui étaient revenus par réinvasion, de sorte que les racines peuvent se développer aujourd'hui sans accidents. Ces vignes ont, à l'heure qu'il est, des bois de près de 1^{m}, alors qu'au mois de juillet, l'année dernière, ils avaient $0^{m},10$ ou $0^{m},15$.

» Les traitements d'été, appliqués sur des vignobles très malades, ont l'avantage immense d'empêcher les ceps de mourir dans le courant de la campagne et de faire gagner, en trois ou quatre mois, une année de régénération.

» Dans ces conditions, il y a lieu de ne pas balancer et d'appliquer sans crainte un traitement qui, par son opportunité, peut préserver sûrement un vignoble d'une ruine certaine. A cette époque, les accidents sont peu à craindre, mais il est prudent de n'employer que des doses relativement faibles, 12^{gr} ou 15^{gr} par mètre carré, et de choisir le moment où une pluie assez abondante a humecté le sol. Ce n'est pas seulement pendant l'été qu'il faut employer des doses faibles sur les vignes très malades, mais bien à toutes les époques de traitement. C'est pour ne pas avoir suivi ces conseils que quelques propriétaires ont eu des accidents dans le courant de la campagne qui vient de s'écouler. Dans les mêmes conditions d'âge, de terrain ou d'époque, une vigne en bon état peut supporter, sans accident, une dose

double ou triple de celle qui serait nécessaire pour la tuer si elle est très malade. Il faut être très réservé dans les premières applications, et il vaut toujours mieux rester au-dessous des doses moyennes qu'aller au-dessus. Dans tous les cas, nous sommes convaincu qu'il y aura lieu de rester dans les moyennes de 150^{kg} ou 180^{kg} de sulfure à l'hectare.

» Les opérations de la campagne 1879-1880 avaient été faites par un temps relativement sec; aussi aucun accident d'arrêt dans la végétation n'avait été signalé. Dans les opérations de cette année, il n'en a pas été de même; les pluies abondantes de cet hiver ont maintenu le sulfure très longtemps dans le sol et ont entraîné, lors de leur absorption, une certaine quantité de ce produit dans le corps de la plante, ce qui a nui pendant quelques jours au développement régulier des pampres. Cet effet est passé inaperçu pour la plupart des viticulteurs, mais je l'ai parfaitement constaté sur tous les vignobles situés dans des terrains retenant facilement l'eau. Aujourd'hui, tout rentre dans l'ordre et il ne reste plus traces de ce phénomène.

» De ces constatations, il y a lieu de tirer cette conséquence, que dans tous les cas il faut opérer le plus tôt possible pendant l'époque convenable. On doit même faire plusieurs catégories de terrains et commencer toujours par ceux qui sont les plus compactes et qui retiennent facilement les eaux pluviales.

» J'ai observé des vignes qui sont situées dans des argiles très plastiques, et qui ont subi de véritables accidents par un premier traitement où les doses avaient été un peu trop élevées, et où l'on avait un peu trop centralisé les injections en entourant les ceps de trois trous de 10^{gr} chacun. Dans un terrain léger et sur une vigne en bonne végétation, il n'y aurait eu aucun accident à ces doses, mais dans les conditions où elles se trouvaient il ne pouvait pas en être autrement. J'ai également constaté des accidents sur des terrains retenant moyennement l'eau, mais où la vigne était très malade et où l'on avait fait les injections à 0^{m},45 ou 0^{m},50 dans un sens et 0^{m},65 ou 0^{m},70 dans l'autre, avec des doses de 10^{gr}. Des vignes contiguës, se trouvant par conséquent dans un terrain de même nature, n'ont nullement souffert du traitement, par cela seul qu'elles en étaient à leur deuxième année d'application et qu'elles étaient plus vigoureuses.

» Dans tous les cas il faut craindre les hivers trop humides et il est prudent d'opérer dès les vendanges terminées, afin de donner au sulfure le temps d'être complètement éliminé, soit du sol, soit de la plante, avant le réveil de la végétation.

» Il est bon d'être prévenu contre les plus petits accidents et de pouvoir se rendre compte des causes qui les amènent.

» Ces faits ne sont pas de nature à faire restreindre l'emploi de cet agent si puissant et si efficace, mais ils nous indiquent qu'il faut s'en servir avec prudence et discernement, en s'entourant de renseignements précis et bien circonstanciés. »

M. **Alph. Beau de Rochas** soumet au jugement de l'Académie une Note « sur l'établissement d'un chemin de fer tubulaire sous-marin entre la France et l'Angleterre, à travers le pas de Calais ». (Extrait.)

« Le projet s'appuie sur les conditions d'élasticité d'un tube de métal, permettant à celui-ci de suivre les ondulations du fond, et sur une certaine analogie avec la construction et le lancement des ponts métalliques. »

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Bresse.)

M. **Al. Cantin** soumet au jugement de l'Académie un travail portant pour titre « Application de l'air comprimé pour accroître la force motrice des navires à vapeur ». Le même auteur communique un « projet de perforation mécanique pour le canal de Panama ».

(Renvoi à l'examen de MM. Jamin et Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie qu'une place de Membre du Bureau des Longitudes, appartenant au Département de la Marine, est actuellement vacante par suite du décès de M. *de la Roche-Poncié;* il la prie de vouloir bien présenter prochainement deux candidats pour cette place.

(Renvoi aux Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de deux variables qui naissent de l'inversion des intégrales de deux fonctions données* ([1]); par M. L. Fuchs. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je montre d'abord que les fonctions $f(z)$, $\varphi(z)$ ne doivent être zéro pour une même valeur finie de la variable z et que l'exposant le plus petit de $z-a$ dans les développements de $f(z)$, $\varphi(z)$ dans le voisinage d'un point singulier a de ces fonctions doit être un nombre négatif qui ou ne surpasse pas l'unité négative ou, si la puissance n'est pas multipliée par un facteur logarithmique, peut aussi avoir la valeur $-\left(\frac{n-1}{n}\right)$ (n nombre entier positif), et de même l'exposant le plus petit de $\frac{1}{z}$ dans les développements dans le voisinage de $z=\infty$ est un nombre qui ou ne surpasse pas l'unité positive ou, si la puissance n'est pas multipliée par un facteur logarithmique, peut aussi avoir la valeur $1+\frac{1}{n}$ (n nombre entier positif).

» Je recherche alors quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que les valeurs $u_1 = v_1$, $u_2 = v_2$ auxquelles correspondent des valeurs z_1, z_2 liées par l'équation (B) ne soient pas des points de ramification pour les fonctions $z_1 + z_2$, $z_1 z_2$, et je trouve, en posant

$$\frac{d\varphi(z)}{dz}f(z) - \frac{df(z)}{dz}\varphi(z) = \mathrm{F}(z),$$

les conditions que voici :

» Tout système z_1, z_2 qui satisfait à l'équation (B) doit aussi satisfaire à l'équation

$$\text{(C)} \qquad \mathrm{F}(z_1)f(z_2)^3 + \mathrm{F}(z_2)f(z_1)^3 = 0.$$

Je montre alors que, pour des valeurs finies $u_1 = v_1$, $u_2 = v_2$, aucun des quotients $\frac{\varphi(z_1)}{f(z_1)}$, $\frac{\varphi(z_2)}{f(z_2)}$ ne peut atteindre une des valeurs que j'ai désignées ci-dessus par γ, et aucune des intégrales $\int f(z_1)\,dz_1$, $\int \varphi(z_1)\,dz_1$, $\int f(z_2)\,dz_2$, $\int \varphi(z_2)\,dz_2$, en supposant les chemins d'intégration finis, ne devient infinie, sinon il y a une relation entre les derniers éléments des chemins par lesquels u_1, u_2 tendent aux points v_1, v_2.

([1]) Voir même Volume, p. 1330.

» La coexistence des équations (B) et (C) entraîne les théorèmes suivants :

» En posant

$$\text{(D)} \qquad \frac{\varphi(z)}{f(z)} = \zeta,$$

et considérant z comme fonction de ζ, $z - n$ doit avoir au plus deux valeurs pour une valeur donnée de ζ; donc

$$\text{(E)} \qquad z = P(\zeta) + Q(\zeta)\sqrt{R(\zeta)},$$

où $P(\zeta)$, $Q(\zeta)$, $R(\zeta)$ sont fonctions uniformes de ζ.

» De même, la fonction $f(z)^2$, comme fonction de ζ, n'a pas plus de deux valeurs pour une valeur donnée de ζ; donc

$$\text{(F)} \qquad f(z)^2 = S(\zeta) + T(\zeta)\sqrt{R(\zeta)},$$

$S(\zeta)$, $T(\zeta)$ étant fonctions uniformes de ζ.

» On a de même, pour $f(z)$,

$$\text{(G)} \qquad f(z) = \left[Q_1(\zeta)\,R(\zeta) + P_1(\zeta)\sqrt{R(\zeta)}\right]\sqrt{R_1(\zeta)},$$

en posant

$$\frac{d\zeta}{dz} = P_1(\zeta) + Q_1(\zeta)\sqrt{R(\zeta)},$$

$R_1(\zeta)$ étant une fonction uniforme de ζ telle que les chemins de la variable ζ, qui changent $\sqrt{R(\zeta)}$ en $-\sqrt{R(\zeta)}$, ne changent pas la fonction $\sqrt{R_1(\zeta)}$.

» En posant

$$\text{(H)} \qquad \left\{ \begin{aligned} z_1 &= P(\zeta_1) + Q(\zeta_1)\sqrt{R(\zeta_1)}, \\ z_2 &= P(\zeta_2) + Q(\zeta_2)\sqrt{R(\zeta_2)}. \end{aligned} \right.$$

et

$$\text{(I)} \qquad \psi(\zeta) = R(\zeta)\,R_1(\zeta),$$

les équations (A) se transforment en

$$\text{(A}_1\text{)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \int_{\epsilon_1}^{\zeta_1} \sqrt{\psi(\zeta)}\,d\zeta + \int_{\epsilon_2}^{\zeta_2} \sqrt{\psi(\zeta)}\,d\zeta &= u_1, \\ \int_{\epsilon_1}^{\zeta_1} \zeta\sqrt{\psi(\zeta)}\,d\zeta + \int_{\epsilon_2}^{\zeta_2} \zeta\sqrt{\psi(\zeta)}\,d\zeta &= u_2, \end{aligned} \right.$$

en désignant par ε_1, ε_2 deux valeurs de ζ correspondantes aux valeurs $z_1 = \delta_1$, $z_2 = \delta_2$ respectivement.

» Je montre alors que les fonctions z et $f(z)^2$, considérées comme fonctions de ζ, ont les mêmes points singuliers essentiels, savoir les valeurs γ, pour lesquelles $\frac{\varphi(z)}{f(z)} = \gamma$ pour toute valeur de z. Les deux valeurs de z qui correspondent à un point $\zeta = \alpha$ non essentiellement singulier pour la fonction z de ζ sont ou des points non singuliers de $f(z)$ et $\varphi(z)$ ou des points singuliers $z = a$ de ces fonctions, tels que leurs développements dans le voisinage de $z = a$ ne contiennent point de logarithmes. Il faut de plus que, dans l'expression

$$\frac{\varphi(z)}{f(z)} = \alpha + \rho_1 (z-a)^{\frac{1}{n}} + \rho_2 (z-a)^{\frac{2}{n}} + \ldots,$$

les coefficients ρ_1 et ρ_2 ne s'annulent pas simultanément, et enfin qu'à toute valeur de z qui ne rend pas infinies les intégrales $\int f(z)\,dz$, $\int \varphi(z)\,dz$ ne correspondent que des valeurs de ζ non essentiellement singulières pour la fonction z de ζ.

» Je démontre alors les théorèmes que voici :

» Soit $\zeta = \beta$ une valeur finie non essentiellement singulière pour la fonction z de ζ. Si l'une des deux valeurs de z qui correspondent à $\zeta = \beta$ est un point singulier $z = a$ des fonctions $f(z)$, $\varphi(z)$, en représentant par $\frac{-n-k+1}{n}$ ($k = 0$ ou un entier positif) le plus petit exposant de $z - a$ dans leurs développements, dans le voisinage de $z = a$, l'une des quantités $(\zeta - \beta)^k \sqrt{\psi(\zeta)}$ ou $(\zeta - \beta)^{\frac{k+1}{2}} \sqrt{\psi(\zeta)}$ est uniforme dans le voisinage de $z = \beta$ et ne devient ni zéro ni infinie pour $z = \beta$. Cela a lieu également pour $z = \infty$, en désignant l'exposant le plus petit de $\frac{1}{z}$ par $\frac{n+1-k}{n}$. Si à la valeur $\zeta = \beta$ correspond une valeur non singulière b des fonctions $f(z)$, $\varphi(z)$, mais qu'on ait $\psi(\beta) = \infty$, alors $(\zeta - \beta)^{\frac{1}{2}} \sqrt{\psi(\zeta)}$ reste uniforme dans le voisinage de $\zeta = \beta$. La fonction $\psi(\zeta)$ ne peut s'annuler pour aucune valeur finie de ζ. Si $\zeta = \infty$ n'est pas un point essentiellement singulier pour la fonction z de ζ, les quantités $\zeta^3 \sqrt{\psi(\zeta)}$, $\zeta^{\frac{5}{2}} \sqrt{\psi(\zeta)}$ ne deviennent ni nulles ni infinies pour $z = \infty$ et sont uniformes dans le domaine de $z = \infty$. Au moyen des équations (A), je démontre alors que $z_1 + z_2$ et $z_1 z_2$ sont des fonctions uniformes de u_1, u_2 pour toutes les valeurs finies de ces variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations différentielles.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

« Considérons en premier lieu, avec M. Brioschi [1], les trois équations simultanées à trois inconnues u_1, u_2, u_3 :

$$(1) \qquad \frac{d(u_r + u_s)}{d\alpha} = u_r u_s + \varphi(\alpha) \quad (r, s = 1, 2, 3).$$

» Je vais montrer qu'un changement de variables fait disparaître $\varphi(\alpha)$ et ramène ainsi ce système à celui que j'ai intégré dans ma Note du 9 mai dernier. Soit, à cet effet, une solution $f(\alpha)$ de l'équation

$$(2) \qquad 2f'(\alpha) = f^2(\alpha) + \varphi(\alpha);$$

posons

$$f(\alpha) = [\log F(\alpha)]'$$

et prenons de nouvelles variables β, v_1, v_2, v_3 :

$$(3) \qquad \beta = \int F(\alpha)\,d\alpha, \quad u_r = f(\alpha) + v_r F(\alpha).$$

» Substituant dans l'équation (1), on trouve, comme je l'ai annoncé,

$$\frac{d(v_r + v_s)}{d\beta} = v_r v_s \; [2].$$

» Pareille propriété appartient à une classe d'équations différentielles que je vais définir.

» Soient ψ_1, ψ_2, ..., ψ_n des formes quadratiques à n variables u_1, u_2, ..., u_n et dont les coefficients soient choisis de telle sorte que, si l'on y fait

$$u_1 = u_2 = \ldots = u_n = U,$$

on ait alors

$$\frac{\partial\psi_1}{\partial u_1} = \frac{\partial\psi_2}{\partial u_2} = \frac{\partial\psi_3}{\partial u_3} = \cdots = \frac{\partial\psi_n}{\partial u_n} = 2\lambda U,$$

---

[1] Voir le présent *Compte rendu*, p. 1389.

[2] Ce système d'équations différentielles a été rencontré par M. Darboux dans son beau Mémoire sur la théorie des coordonnées curvilignes (*Annales de l'École Normale*, 2e série, t. VII, p. 149). Sachant maintenant l'intégrer, on pourra achever la solution du problème géométrique envisagé par le savant géomètre.

et qu'en même temps les autres dérivées du premier ordre soient toutes nulles.

» Envisageons les n équations différentielles simultanées,

$$\frac{du_r}{d\alpha} = \psi_r(u_1, u_2, \ldots, u_n) + \varphi(\alpha) \quad (r = 1, 2, \ldots, n).$$

C'est là le système dont il s'agit. Voici sa propriété. Déterminons $f(\alpha)$ par l'équation

$$f'(\alpha) = \lambda f^2(\alpha) + \varphi(\alpha),$$

posons

$$2\lambda f(\alpha) = [\log F(\alpha)]'$$

et faisons le changement de variables (3). Les équations transformées sont

$$(4) \qquad \frac{dv_r}{d\beta} = \psi_r(v_1, v_2, \ldots, v_n) \quad (r = 1, 2, \ldots, n),$$

comme la substitution directe le fait immédiatement reconnaître.

» Ce qu'il importe d'observer, c'est la propriété d'invariance dont jouissent les équations (4). Supposant en effet $\varphi(\alpha) = 0$ et prenant pour β son expression la plus générale, on reconnaît que les équations (4) se reproduisent sans altération si l'on fait

$$\beta = \frac{a\alpha + b}{a'\alpha + b'}, \quad u_r = -\frac{a'}{\lambda(a'\alpha + b')} + \frac{ab' - ba'}{(a'\alpha + b')^2} v_r.$$

» De tels systèmes d'équations différentielles se rattachent directement à la théorie des équations linéaires du second ordre. Cette liaison, M. Brioschi l'a reconnue pour le cas particulier que j'avais mentionné isolément à cause de sa forme simple et de son intégrale remarquable; mais c'est justement à cause de cette liaison que j'ai envisagé de tels systèmes. J'y trouve, en effet, le moyen de généraliser l'équation de Gauss sous la forme la plus commode. Pour aujourd'hui, je vais considérer seulement le cas général de trois équations ayant la forme (4). Les voici, sous leur forme réduite,

$$(5) \qquad \begin{cases} u_1' = a_1 u_1^2 + (\lambda - a_1)(u_1 u_2 + u_1 u_3 - u_2 u_3), \\ u_2' = a_2 u_2^2 + (\lambda - a_2)(u_2 u_3 + u_2 u_1 - u_3 u_1), \\ u_3' = a_3 u_3^2 + (\lambda - a_3)(u_3 u_1 + u_3 u_2 - u_1 u_2). \end{cases}$$

» C'est à ce système que j'ai fait allusion à la fin de ma dernière Note;

il s'intègre par les fonctions hypergéométriques X, Y, Z. Je vais le montrer d'une manière encore indirecte, mais très simple.

» Pour abréger, je ne reproduis pas ici la définition des fonctions X, Y, Z et j'emploie les mêmes notations que dans ma Communication du 4 avril (ce Volume, p. 856). Si l'on traite ces fonctions comme des polynômes entiers ayant pour degrés respectifs $-\frac{\mu}{m}$, $-\frac{\mu}{n}$, $-\frac{\mu}{p}$, et que, à ce point de vue, on forme des covariants, on prouve aisément que ces covariants s'expriment par les fonctions elles-mêmes. Pour les jacobiens et les hessiens, on trouve notamment

$$pXZ' - mZX' = (-1)^{\frac{1}{m}} pY^{n-1}, \quad mYX' - nXY' = (-1)^{\frac{1}{m}} pZ^{p-1},$$

$$\frac{\mu}{p} ZZ'' - \left(\frac{\mu}{p} + 1\right) Z'^2 = (-1)^{\frac{2}{m}} \left(\frac{\mu}{p} + 1\right) X^{m-2} Y^{n-2}.$$

De ces trois équations je tire la suivante :

$$p\frac{Z''}{Z} = \left(\frac{1}{\mu} + \frac{1}{p}\right)\left(np\frac{Z'}{Z}\frac{Y'}{Y} + mp\frac{Z'}{Z}\frac{X'}{X} - mn\frac{X'}{X}\frac{Y'}{Y}\right).$$

En permutant m, n, p et X, Y, Z, on obtient deux équations analogues.

» L'identité d'un tel système avec les équations (5) est évidente; mais, comme μ est lié à m, n, p par la relation

$$\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{1}{p} = 1 - \frac{2}{\mu},$$

l'intégration du système (5) se fait ainsi :

» *Désignons par* Φ_1, Φ_2, Φ_3 *les trois fonctions* $m\frac{X'}{X}$, $n\frac{Y'}{Y}$, $p\frac{Z'}{Z}$, *et prenons*

$$m = \frac{a_1 + a_2 + a_3 - 2\lambda}{a_1}, \quad n = \frac{a_1 + a_2 + a_3 - 2\lambda}{a_2}, \quad p = \frac{a_1 + a_2 + a_3 - 2\lambda}{a_3};$$

l'intégrale générale du système (5) *est*

$$u_r = -\frac{a'}{\lambda(a'\alpha + b')} + \frac{ab' - ba'}{(2\lambda - a_1 - a_2 - a_3)(a'\alpha + b')^2}\Phi_r\left(\frac{a\alpha + b}{a'\alpha + b'}\right).$$

» Quand les nombres m, n, p sont entiers et positifs, les fonctions Φ sont uniformes à l'intérieur d'un cercle dont j'ai donné le rayon. Observons encore que, si les nombres m, n, p sont m, 2, 2, ou 2, 3, 3, ou 2, 3, 4, ou 2, 3, 5, les fonctions Φ sont rationnelles. »

PHYSIQUE. — *Sur l'influence de la température sur les récepteurs radiophoniques à sélénium.* Note de M. E. MERCADIER.

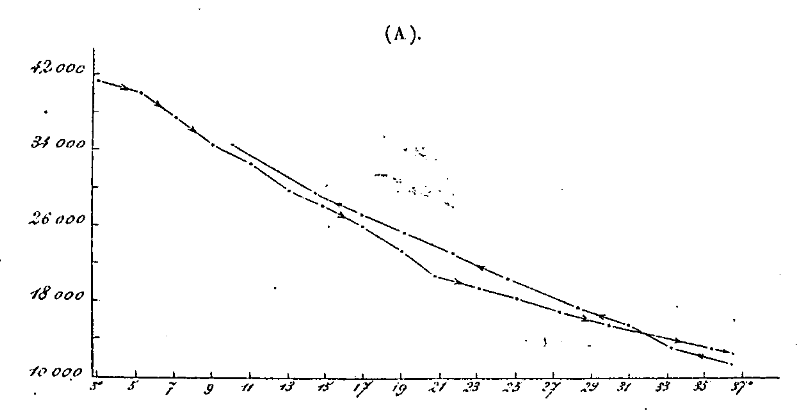
« Cette étude a été faite sur les récepteurs radiophoniques à sélénium dont la construction a été décrite dans les *Comptes rendus* (t. XCII, p. 789, 28 mars 1881) et dont les lames métalliques séléniées peuvent être formées avec du laiton, du cuivre rouge, du fer, ou du platine qui donne d'excellents résultats.

» I. En exposant ces récepteurs à l'action naturelle de la température ambiante pendant plusieurs jours consécutifs à partir de celui de leur construction dans des boîtes fermées, pour les soustraire à l'action de la lumière, les choses se passent comme si la résistance de l'appareil variait. En mesurant cette résistance à l'aide d'un pont de Wheatstone, on trouve que la résistance varie constamment en sens inverse de la température, mais elle augmente graduellement de jour en jour. La résistance a varié très sensiblement, proportionnellement à la température entre 10° et 20°.

» L'augmentation journalière de résistance tend plus ou moins rapidement vers une limite, de sorte que les récepteurs tendent vers un état *stable* vis-à-vis de la température.

» II. En exposant les récepteurs à des températures artificielles obtenues dans une étuve fermée, de 3° à 37°, on obtient les mêmes résultats. Le diagramme (A) de la figure ci-dessous représente la variation de résistance d'un

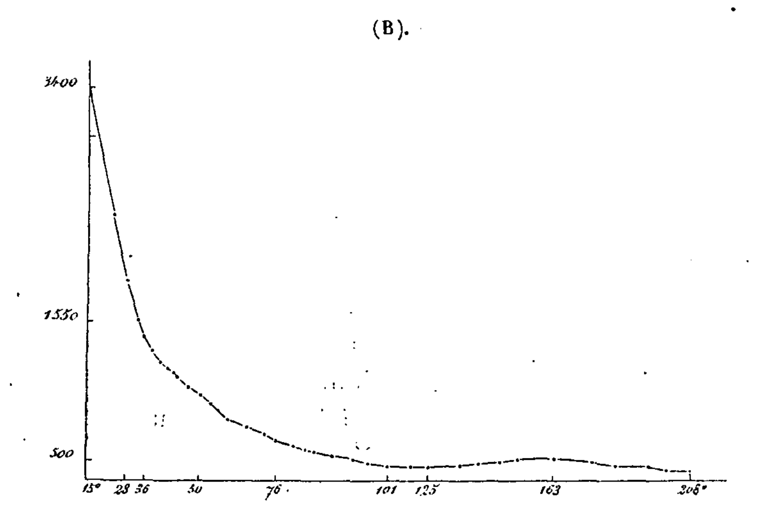
(A).



récepteur à peu près stable quand la température de l'étuve varie de 3° à 36°, puis de 36° à 10° d'une manière continue. (Les abscisses représentent des degrés centigrades, les ordonnées les résistances en ohms.)

» III. Enfin, en maintenant pendant plusieurs heures un récepteur sélénium-platine entre 212° et 208° et le laissant ensuite refroidir dans une étuve très lentement jusqu'à 15° (l'expérience a duré seize heures environ), la variation de résistance a suivi la loi remarquable indiquée par le diagramme (B). Dans cette courbe, déterminée par trente-six points, l'existence du maximum et du minimum partiels aux environs des tempéra-

(B).



tures de 163° et de 125° est conforme à certains résultats analogues obtenus en 1876 par M. Werner Siemens sur des fils de sélénium et attribués par lui à des variations allotropiques du sélénium. A partir de 36°, la courbe est sensiblement droite.

» Je crois pouvoir résumer de la manière suivante les résultats des études faites sur ce sujet, depuis le mois de mars dernier, avec du sélénium ordinaire du commerce :

» 1° *Les récepteurs radiophoniques à sélénium construits comme je l'ai indiqué tendent plus ou moins vite avec le temps vers un état stable relativement aux effets de la température.*

» 2° *Aux températures ordinaires, et même jusqu'à 100°, la résistance de ces récepteurs varie en sens inverse de la température. Entre 5° ou 6° et 35° ces variations peuvent être approximativement considérées comme proportionnelles l'une à l'autre.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur quelques moyens et formules de mesure des éléments électriques et des coefficients d'utilisation avec le dispositif à deux galvanomètres.* Note de M. G. CABANELLAS, présentée par M. du Moncel. (Extrait par l'auteur.)

« Ainsi que je l'ai dit dans une Note présentée à l'Académie le 7 juin 1880, je suis préoccupé depuis longtemps de l'intérêt technique qui s'attacherait à un système de bonne mensuration permanente des éléments caractéristiques des circulations en service sur la lumière, les électrolyses, les moteurs, etc. Dès le mois de juillet 1879, j'ai, dans une Revue spéciale, dit quelques mots du dispositif à deux galvanomètres, l'un assez peu résistant pour pouvoir être intercalé dans toute circulation en service, sans altérer pratiquement la circulation, l'autre assez résistant pour ne pas altérer pratiquement la circulation lorsqu'il est branché en dérivation entre deux points du circuit de service. Un tel dispositif fournit en permanence des fonctions distinctes des éléments caractéristiques des circulations en service, fonctions qui permettent de remonter aux variables et aux fonctions intéressantes qui en dépendent, sans avoir recours aux procédés par substitution, dont l'inconvénient est d'interrompre le service, et qui d'ailleurs sont inapplicables avec les machines dont le circuit inducteur n'est pas indépendant du circuit induit.

» Étant donnée une source de résistance r, de force électromotrice E, en service sur une résistance extérieure R, siège d'une force contre-électromotrice e, si les points de jonction des résistances considérées sont reliés par une résistance inerte ρ, si i, i_R sont les intensités circulant dans R sans la dérivation et avec la dérivation, si i_ρ est la circulation de ρ, les lois d'Ohm et de Kirchhoff donnent les relations générales

$$E = r(i_R + i_\rho) + \rho i_\rho, \quad R = r\frac{i_R + i_\rho - i}{i - i_R}, \quad e = \rho i_\rho - r i_R \frac{i_R + i_\rho - i}{i - i_R},$$

$$e = \rho i_\rho - R i_R, \quad i = i_R + i_\rho \frac{r}{r + R}.$$

Appelant ε la différence de potentiel entre les extrémités de ρ, on a

$$\rho i_\rho = \varepsilon$$

dans les conditions du dispositif à deux galvanomètres, ce qui donne

$$(\alpha) \qquad E = \varepsilon + r i,$$

$$(\beta) \qquad e = \varepsilon - R i.$$

» Pour une source constante, (α) donne par deux observations

$$E = \frac{i'\varepsilon - i\varepsilon'}{i' - i}, \quad r = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{i' - i},$$

formules rigoureuses, même si les deux observations ont été faites avec des résistances extérieures différentes quelconques, par exemple l'une inerte et l'autre animée d'une force électromotrice quelconque.

» (α) et (β) s'appliquent au cas de deux machines électriques conjuguées (source et moteur); le rendement de l'ensemble est $\frac{\varepsilon - Ri}{\varepsilon + ri}$.

» J'ai, dans une Communication antérieure, montré que, pour les machines à courants de même sens, la résistance est fonction de l'allure, et j'ai donné les moyens de la déterminer exactement pour chaque allure.

» Pour deux machines pareilles (source et moteur), les nombres de tours par minute étant N et n, on a aussi

$$\frac{N}{n} = \frac{\varepsilon - r_n i}{\varepsilon + r_N i},$$

et si nous répétons successivement l'observation au dispositif dans les conditions d'allures respectives Nn', Nn'', $n'n''$, nous avons

$$\frac{n'}{N} = \frac{\varepsilon' - r_{n'} i'}{\varepsilon' + r_N i'}, \quad \frac{n''}{N} = \frac{\varepsilon'' - r_{n''} i''}{\varepsilon'' + r_N i''}, \quad \frac{n''}{n'} = \frac{\varepsilon''' - r_{n''} i'''}{\varepsilon''' + r_{n'} i'''}.$$

Ces quatre équations déterminent les valeurs de r correspondant aux quatre allures de n, n', n'', N tours par minute.

» Si T et t sont les travaux connus, dépensé et recueilli, exprimés en joulads (par seconde) avec une machine source ou moteur, une seule observation au dispositif donne comme source $E = \frac{T}{i}$, $r = \frac{T - i\varepsilon}{i^2}$, et comme moteur $e = \frac{t}{i}$, $r = \frac{i\varepsilon - t}{i^2}$, formules indépendantes du moteur ou de la source connexé à la machine dont la résistance trouvée convient à l'allure effectivement réalisée.

» Les résistances intérieures des machines étant déterminées aux différentes allures, (α) et (β) donnent E et e dans toutes les circonstances. Le rendement approximatif en travail mécanique est aussi $\frac{e}{E}$ ou $\frac{n_1}{n}$.

» Le dispositif permet de déterminer exactement l'ensemble réel du travail résistant passif de la machine aux diverses allures (par frottement des paliers et par résistance du milieu); le moteur M, par l'action d'une source quelconque, étant arrivé à l'équilibre dynamique aux diverses allures n_1 sous le seul travail de ses résistances passives, on a, en appelant p_{Mn_1} le travail

passif du moteur à l'allure n_1, $p_{\mathrm{M}n_1} = i\varepsilon - i^2 r_{n_1}$, de même avec la source S prise comme moteur, on a

$$p_{\mathrm{S}n} = i\varepsilon - i^2 r_{\mathrm{S}n}.$$

» Ces résistances passives étant déterminées aux diverses allures, la valeur exacte du rendement mécanique proprement dit de l'ensemble, source et moteur, est $\frac{i\varepsilon - i^2 r_{\mathrm{M}n_1} - p_{\mathrm{S}n}}{i\varepsilon + i^2 r_{\mathrm{S}n} + p_{\mathrm{S}n}}$.

» Si les deux machines sont pareilles, on a

$$\frac{i\varepsilon - i^2 r_{n_1} - p_{n_1}}{i\varepsilon + i^2 r_n + p_n}.$$

Il est entendu que le travail $i^2\mathrm{R}$, consommé thermiquement sur une résistance R reliant S et M, accompagne le terme $i^2 r_{n_1}$ ou le terme $i^2 r_n$, suivant que le galvanomètre à fil fin est entre S et R ou entre R et M.

» Au point de vue individuel à S et à M, leurs rendements ou coefficients d'utilisation sont : pour S, $\frac{i\varepsilon}{i\varepsilon + i^2 r_n + p_n}$ et pour M, $\frac{i\varepsilon - i^2 r_{n_1} - p_{n_1}}{i\varepsilon}$, et ce que j'ai appelé le *rendement relatif*, le rendement en travail mécanique proprement dit de l'ensemble des deux machines, est le produit de ces deux coefficients d'utilisation. $i\varepsilon - i^2 r_{n_1} - p_{n_1}$ étant ce que j'ai appelé le *rendement absolu*, c'est-à-dire le travail qu'il est possible de recueillir sur le moteur sous forme mécanique proprement dite. Ces valeurs permettent de prévoir et d'organiser les applications rationnelles.

» (β) donne, par deux observations au dispositif,

$$\mathrm{R} = \frac{\varepsilon' - \varepsilon}{i' - i}, \quad e = \frac{\varepsilon i' - \varepsilon' i}{i' - i},$$

formules rigoureuses lorsque R et e n'ont pas varié et applicables quels que puissent être les changements intervenus dans les sources.

» Pour l'arc voltaïque et lorsque R et e varient d'une observation à l'autre, Q étant le nombre de calories (kilogramme-degré) transmises au calorimètre en t secondes, une seule observation donne

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{Q}}{0{,}00024054 \times i^2 t}, \quad e = \varepsilon - \frac{\mathrm{Q}}{0{,}00024054 \times it};$$

avec un dispositif permettant de maintenir constantes les conditions de l'arc (regard d'observation, amplification optique, renvoi de mouvement de l'extérieur à l'intérieur pour réglage continu de la progression des charbons maintenus leur prise de courant à distance constante de l'arc). Ces formules se prêtent commodément à l'étude complète et rigoureuse de la résistance de l'arc voltaïque et de sa force électromotrice de polarisation. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Héméralopie et torpeur rétinienne, deux formes opposées de daltonisme.* Note de MM. **J. Macé** et **W. Nicati.**

« Des observations publiées récemment par Gorecki, Cornillon et Parinaud ont rappelé l'attention sur un symptôme déjà signalé de certaines maladies du foie, l'héméralopie, dont nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs faits dans le cours des dernières années.

» Dans nos observations, ainsi que dans toutes celles qui ont été recueillies, il y a coïncidence régulière avec l'ictère. Ce fait, à lui seul, bat en brèche l'idée, émise par Parinaud, qu'il s'agisse ici d'une torpeur rétinienne selon la théorie classique admise pour l'héméralopie.

» Contrairement à cette théorie, nous soutenons que *l'héméralopie est d'une manière générale le fait d'un daltonisme pour le bleu.*

» Les preuves de cette interprétation résident : 1° dans la coïncidence même de l'ictère et de l'héméralopie ; le pigment biliaire jaune dissous dans les milieux de l'œil intercepte beaucoup de rayons bleus ; 2° dans les faits par nous constatés de daltonisme bleu accompagnant l'ictère ; 3° dans les faits enfin relatés par d'autres de daltonisme bleu accompagnant l'héméralopie dite *idiopathique* ([1]).

» L'explication naturelle en est un fait signalé par Purkinje, étudié par Helmholtz, par nous-mêmes et par Dobrowolsky, et qui consiste dans la propriété particulière aux éléments percepteurs du bleu d'être relativement plus sensibles aux impressions faibles. Les verres rouges, jaunes, verts (les verts ne sont pas favorables, parce qu'ils laissent passer presque tout le bleu), la bile, tous les corps, en un mot, qui, transparents d'ailleurs, interceptent les rayons bleus, rendent momentanément héméralope celui qui les porte. L'expérience est facile à répéter ; elle est frappante.

» Nous devons ajouter que l'héméralopie est un symptôme extraordinairement sensible du défaut de transmission du bleu ; il signale le mal, alors qu'aucune confusion de couleurs ne gêne celui qui en est atteint. Que l'on ne s'en étonne pas : l'expérience et le fait même que nous venons de relater (phénomène de Purkinje) enseignent que les proportions du bleu peuvent varier entre de très grandes limites sans empêcher l'interprétation exacte des couleurs. Au grand jour, par exemple, le jaune l'emporte de beaucoup et cela ne nuit certes pas à la différenciation des teintes ; dans

---

([1]) Foerster, *Graefe-Saemisch Handbuch der Augenheilkunde,* t. V, p. 998.

l'éclairage artificiel, le jaune prédomine encore, et, s'il est vrai que les teintes sont altérées, les confusions que l'on commet sont minimes.

» La *torpeur rétinienne*, sorte d'anesthésie que l'on a admise jusqu'ici comme la cause de l'héméralopie, est applicable à des faits tout opposés. Les individus dont la rétine est en état de torpeur sont assimilables à ceux qui se meuvent dans un milieu mal éclairé. Ici les rayons autres que les rayons bleus, et par-dessus tout les rayons rouges, sont mal perçus, *d'où le soi-disant daltonisme acquis pour le rouge* qui signale l'amblyopie de l'alcoolisme et de la sclérose, daltonisme qui cède à un éclairage suffisamment intense. Un éclairage très vif augmente l'acuité visuelle paresseuse, en même temps qu'il fait percevoir normalement les couleurs : ce fait n'a rien de commun avec le symptôme brusque et frappant de l'obscurité dans le demi-jour qui fait dire à l'héméralope qu'il lit comme à l'état normal dans le livre éclairé par la bougie, alors que la pièce lui paraît noire tout autour.

» Héméralopie, daltonisme pour le bleu et torpeur rétinienne, daltonisme acquis pour le rouge, tels sont, en résumé, deux faits qui nous paraissent indiscutables et sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir plus longuement. »

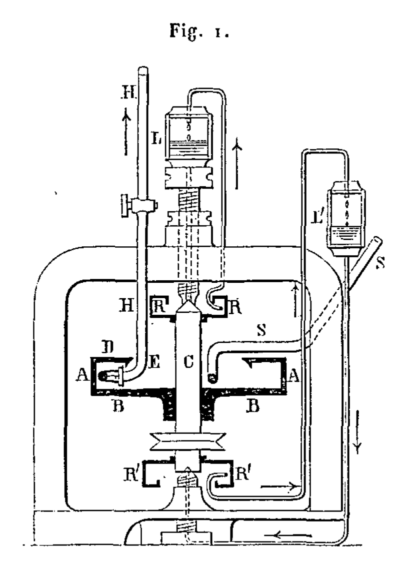
HYDRAULIQUE. — *Machines élévatoires.* Note de M. F. DE ROMILLY.

« *Machines élévatoires.* — On obtient depuis longtemps l'élévation de l'eau par des machines rotatives ; toutes consistent en un cylindre immobile dans lequel circulent des aubes mobiles ; la force employée est la force centrifuge. La hauteur atteinte est d'environ 30^m. M. Gwynne et plus tard L.-D. Girard ont proposé chacun une machine rotative formée de cylindres analogues, multiples associés. Celle de Girard élevait l'eau à 40^m : c'est, je crois, la plus grande hauteur atteinte par des machines à force centrifuge. La machine que je propose est très simple de construction, et cette hauteur est dépassée de beaucoup. Un appareil de laboratoire montre la montée de l'eau jusqu'à 150^m avec une turbine mue à la main. Elle est constituée sur des principes différents. C'est la partie extérieure qui tourne. Elle se compose essentiellement de deux pièces : 1° une turbine, simple cylindre à deux bases et sans aubes ; 2° un tube fixe. Prenons un type pour exemple.

» La turbine (*fig.* 1) est formée par un cylindre A, droit, creux, de petite hauteur, à bases parallèles. Une des bases B est reliée à un axe qui la traverse normalement. L'autre base D laisse passer l'axe C par un large orifice circulaire concentrique.

» Le tube fixe se compose de deux parties. Il s'élève d'une part, H, jusqu'à la hauteur où l'eau doit être portée, et pénètre d'autre part, E, par l'ouverture de la seconde base, d'abord parallèlement à l'axe, en se re-

Fig. 1.



courbant ensuite suivant un rayon jusque tout près de la paroi cylindrique intérieure de la turbine. Cette dernière partie, plongée dans l'eau circulante, prend *grosso modo* la forme d'un poisson (*fig.* 2), d'où son nom, qui présenterait sa bouche ouverte P au courant affluent. A partir de cet orifice

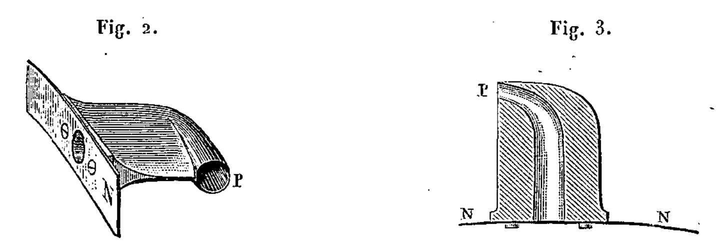


Fig. 2. Fig. 3.

d'introduction, le tube augmente de section suivant un cône de 5° à 6°, tout en se recourbant pour rejoindre sa partie cylindrique (*fig.* 3, coupe).

» L'appareil fonctionne ainsi : la turbine est mise en rotation. Le liquide, par la force centrifuge, forme un anneau appliqué à la paroi intérieure. Le tube présente normalement au courant sa section d'orifice et l'eau s'échappe ainsi tangentiellement au cercle qu'elle décrit. Le liquide monte par ce tube jusqu'à une hauteur correspondant à sa vitesse et croissant comme le carré de celle-ci. Tel est l'appareil pour la montée de l'eau

dans sa forme générale. Il peut monter l'eau à toute hauteur et n'a de limite à sa vitesse que dans la résistance de la matière à la force centrifuge. Cet appareil suppose que l'eau arrive d'une source par le tube S dans la turbine qui l'élève. Mais deux cas peuvent encore se présenter :

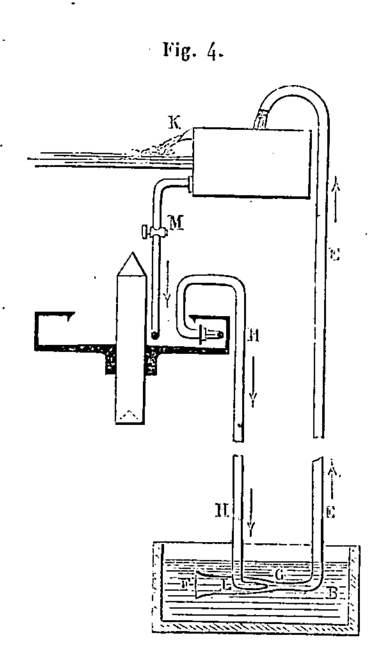
» 1° La turbine est placée à la hauteur même où l'on veut élever l'eau ;

» 2° Elle est placée à une hauteur intermédiaire.

» *Premier cas.* — La turbine est placée au niveau supérieur (*fig.* 4). Ce cas donne lieu à l'emploi d'un procédé nouveau.

» Au lieu d'élever l'eau, on la précipite de toute sa vitesse vers le niveau

Fig. 4.



inférieur par le tube H, décrit précédemment. L'eau acquiert la vitesse donnée par la turbine plus celle de sa chute.

» Le bout inférieur de ce tube de descente se termine par le cône L, par où l'eau sort en jet. Vis-à-vis de cet orifice se trouve un autre orifice G, de section plus grande d'un tiers, de moitié, du double, etc. Cet orifice plus grand, en forme de cône de 6° environ, sert d'entrée au tube d'ascension E. Le tube lanceur, dans sa partie inférieure, est compris dans un tube F enveloppant, concentrique, donnant accès à l'eau tout autour de lui ; ce tube enveloppant vient, en convergeant, aboutir à l'orifice d'élévation. Cet appareil d'entraînement, relativement petit, est plongé dans la nappe B d'eau inférieure. Dans ce système on ne peut conserver la force

vive du jet lancé [1], mais la quantité de mouvement est conservée si l'on met entre les deux orifices une distance d'environ quatre fois le diamètre de l'orifice récepteur. C'est, après expérience, la même distance que pour l'entraînement de l'air. Mais ici, à l'opposé de ce qui a lieu avec l'air, le tube enveloppant est nécessaire et donne un résultat que ne donnent pas les orifices placés vis-à-vis librement. Une fois l'eau montée, une partie est déversée au dehors, K; et l'autre, M, rentre dans la turbine et sert à un nouvel entraînement.

» *Remarque.* — Il ne faut pas calculer la quantité d'eau entraînée d'après la vitesse du jet s'élançant librement dans l'air. En effet, l'eau inférieure au repos n'est au repos que relativement au spectateur. Dans la réalité, les deux eaux doivent être considérées comme ayant un mouvement relatif inverse l'une de l'autre; on aura donc, en eau montée, moins que ne donne le calcul fait sur le jet libre. Ce défaut est comblé par une moindre dépense d'eau lancée par la turbine; cette vérité peut être mise hors de doute par des expériences où l'on emploie, au lieu d'une turbine, un réservoir supérieur fixe dont la dépense est notée.

» Ce nouveau système d'élévation d'eau n'est pas spécial; il peut être employé avec une pompe quelconque. Il trouvera surtout son application dans les mines, où il importe d'avoir la machine hors des profondeurs.

» *Second cas.* — Dans le cas où la turbine est placée dans une position intermédiaire, on emploie simultanément les deux moyens. La turbine reçoit toute l'eau montée, la refoule dans le tube déjà décrit qui se bifurque pour en lancer une partie en bas, tandis que l'autre monte au niveau voulu. Dans le cas où la turbine est placée plus près du niveau inférieur que du niveau supérieur, pour ne pas perdre trop de force vive, on peut avoir recours à deux turbines de grandeur différente, montées sur le même axe.

» *Graissage.* — Il est important d'avoir un graissage d'autant plus assuré et plus actif que la turbine tourne plus rapidement. C'est ce qu'on obtient en plaçant sur l'axe deux petites turbines (*fig.* 1, R, R'), renfermant chacune une des pointes de l'axe et la vis creuse fixe qui sert de crapaudine. Elles fonctionnent comme la grande turbine. L'huile est amenée de la petite turbine dans la vis creuse par un petit tube, de là à l'extrémité de l'axe, qui

---

[1] On m'a accusé d'avoir commis cette erreur pour l'air, bien que je ne me sois jamais servi que du terme très classique de *quantité de mouvement* (*Comptes rendus*, 1875; *Journal de Physique*, t. IV). Je relève cette accusation parce qu'elle a été reproduite dans les journaux étrangers (*Fortschritte der Physik*).

par sa rotation la lance dans la petite turbine, d'où elle retourne à la vis creuse par une circulation incessante. Le petit tube comprend dans son passage une petite lanterne LL' en verre, qui sert à surveiller la circulation de l'huile. L'huile y est introduite avant la mise en marche; on la ferme ensuite hermétiquement pour conserver la pression due au refoulement. Inutile d'ajouter que ces petites turbines sont tournées en sens inverse l'une de l'autre, quel que soit le plan dans lequel circule la grande turbine. »

THERMOCHIMIE. — *Cyanures de strontium, de calcium et de zinc.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Communication récente, j'ai indiqué les résultats auxquels j'étais arrivé pour le sodium et le baryum. Ces métaux forment avec le cyanogène des cyanures anhydres assez stables et susceptibles de former avec l'eau divers hydrates : NaCy, HO, NaCy, 4HO, BaCy, HO, BaCy, 2HO. Le cyanure de strontium est moins stable; je ne l'ai obtenu qu'à l'état d'hydrate. Le cyanure de calcium l'est encore moins : on peut le préparer en dissolution concentrée, mais on ne peut retirer le cyanure de la liqueur par évaporation.

» *Cyanure de strontium.* — Le cyanure de strontium a été obtenu au moyen de la strontiane hydratée et de l'acide cyanhydrique. La dissolution, évaporée dans le vide, a donné des cristaux blancs, mesurables, appartenant au système du prisme orthorhombique; les cristaux portaient les faces m, g^1, p et a^1; angle du prisme $mm = 118°23'$, $ma^1 = 129°54'$. Quelques-uns de ces cristaux étaient maclés et présentaient l'aspect de la staurotide maclée parallèlement à $e^{\frac{2}{3}}$.

» L'analyse de ces cristaux a donné la formule SrCy, 4HO :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	24,14	24,58
Sr	40,83	41,37
HO	35,03	34,05
	100,00	100,00

» Le cyanure de strontium n'a pu être obtenu à l'état anhydre. En effet, son hydrate se décompose en dégageant de l'acide cyanhydrique et de l'eau. Cette décomposition est lente.

» On a trouvé pour la chaleur de dissolution de l'hydrate à la température de 8°, dans $100H^2O^2$, $-2^{Cal},07$.

» La chaleur de formation du cyanure de strontium dissous depuis la strontiane dissoute et l'acide cyanhydrique dissous est de $+ 3^{Cal},135$. On a dès lors :

$$Cy \text{ gaz} + Sr + \text{eau} = SrCy \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 60^{Cal},8$$

» *Cyanure de calcium.* — Il m'a été impossible d'obtenir le cyanure de calcium à l'état isolé. Ce corps est facile à préparer à l'état de dissolution concentrée par l'action de la chaux sur l'acide cyanhydrique.

» On a, à la température de 7° :

$$CaO \text{ dissous} + HCy \text{ dissous} = CaCy \text{ dissous} \ldots \quad + 3^{Cal},22$$
$$Ca + Cy \text{ gazeux} = CaCy \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 57^{Cal},67$$

Mais la dissolution concentrée brunit et s'altère pendant l'évaporation dans le vide en présence de l'acide sulfurique. Le dépôt formé, une fois produit, ne se redissout plus dans l'eau. Il contient de la chaux et des quantités de cyanogène qui varient avec le temps. A un certain moment il n'en contient plus. Cette masse renferme des matières ulmiques; abandonnée à elle-même, elle dégage de l'ammoniaque. En évaporant la liqueur dans le vide en présence de l'acide sulfurique et de la soude, pour absorber l'acide cyanhydrique, j'ai réussi à éviter la coloration de la matière et j'ai obtenu un composé blanc, cristallisé, qui se présente en petites aiguilles. Mais ce corps n'est pas un cyanure proprement dit : c'est un oxycyanure ayant pour formule $3CaO, CaCy + 15HO$. En voici l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	9,78	9,81
Ca	29,40	30,19
HO + O	60,82	60,00
	100,00	100,00

C'est, comme on le voit, le composé correspondant à l'oxychlorure de calcium $3CaO, CaCl + 15HO$. Ce corps est décomposé par l'eau en chaux qui se précipite et cyanure de calcium qui se dissout. Cet oxycyanure, dissous dans l'acide chlorhydrique, a donné pour chaleur de formation :

Depuis la chaux dissoute et le cyanure dissous.........	$+ 5^{Cal},78$	Eau liquide.
Depuis la chaux hydratée solide et le cyanure dissous...	$+ 11^{Cal},93$	

vers la température de 15°.

» La formation de l'oxycyanure de calcium est une nouvelle preuve des équilibres qui se produisent au sein des dissolutions formées par les acides faibles, et en vertu desquels l'acide libre peut coexister ou avec la base libre

et une partie du sel non décomposé, ou avec un sel basique soluble ou insoluble.

» L'action de l'alcool sur les dissolutions de cyanure de calcium et de strontium vient encore confirmer ces résultats. L'alcool précipite de ces dissolutions, non pas du cyanure, mais de l'oxyde hydraté, chaux ou strontiane, en petite quantité. J'ai retrouvé un certain nombre de faits analogues dans l'étude des cyanures métalliques.

» *Cyanure de zinc.* — Le cyanure de zinc a été préparé en précipitant l'acétate de zinc par l'acide cyanhydrique. Voici l'analyse de ce précipité lavé et séché à l'étuve à 100° :

	Trouvé.	Calculé.
C	20,30	20,51
Az	24,01	23,94
Zn	55,15	55,55
	99,46	100,00

» Le cyanure de zinc est insoluble dans l'eau pure, dans l'acide cyanhydrique, soluble en très petite quantité (4^{gr} par litre) dans une dissolution concentrée d'acétate de zinc et aussi (2^{gr} par litre) dans une solution concentrée de sulfate de zinc. Il se dissout aussi dans les dissolutions étendues de ces mêmes sels. C'est grâce à cette propriété que j'ai réussi à obtenir le cyanure de zinc cristallisé. En superposant dans un vase, par ordre de densité, une dissolution concentrée d'acétate de zinc, de l'eau, de l'acide cyanhydrique, les divers liquides se mélangent peu à peu par diffusion et le cyanure de zinc formé est cristallisé. Les cristaux appartiennent au système du prisme orthorhombique; ils présentent les faces m et b^1.

Angle du prisme $mm = 91°42'$,
» $mb^1 = 145°44'$.

» Ce cyanure se dissout facilement dans les acides étendus; on a pu ainsi mesurer sa chaleur de formation. La dissolution de $1^{éq}$ de cyanure de zinc dans l'acide chlorhydrique étendu dégage, vers 12°, $+ 1^{Cal},70$.

» On en déduit

$$Zn + Cy \text{ gaz} = ZnCy \ldots\ldots \quad + 28^{Cal},5$$
$$Zn + C^2 + Az = ZnC^2Az \ldots\ldots \quad - 8^{Cal},8$$

» On n'a pas pu avoir sa chaleur de formation en précipitant un sel de zinc par l'acide cyanhydrique ou le cyanure de potassium, parce que la précipitation n'est pas complète.

» Je m'occuperai dans une prochaine Note de divers autres cyanures métalliques (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation industrielle de l'acide formique cristallisable.* Note de M. Lorin.

« L'action réciproque de l'acide oxalique et d'un alcool polyatomique donne $C^2H^2O^4$, 4HO avec l'acide oxalique ordinaire et $C^2H^2O^4$ avec l'acide oxalique desséché.

» J'ai indiqué le mode de préparation industrielle de l'acide aqueux (*Comptes rendus*, 1865). On peut préparer facilement et en quantité indéterminée l'acide formique cristallisable, lequel donne l'acide absolu par une seule opération auxiliaire.

» On part de la monoformine, qu'on obtient en chauffant la glycérine avec une proportion équivalente d'acide oxalique ordinaire ou desséché, ou du produit de la glycérine soumise à l'action d'une quantité quatre ou cinq fois équivalente d'acide oxalique sec, qu'on ajoute successivement lorsqu'il est en partie décomposé. Il importe de ne pas laisser un intervalle de temps trop considérable entre deux additions, pour éviter la décomposition des formines et l'abaissement du degré de l'acide formique.

» On a opéré sur 560^{gr} de glycérine et par des additions de 600^{gr} d'acide oxalique, toujours faites d'un seul coup et sans interrompre la préparation.

» Après la quatrième addition, la saturation de glycérine est très avancée, et l'acide formique atteint une richesse de 89 pour 100. Le titre moyen de cet acide de la première dizaine d'additions est 85, et il est 92 si l'on ne tient pas compte des premiers acides; pour la deuxième dizaine, ce titre est 95,8, pour la troisième 95,1, pour la quatrième 94,2, pour les dernières additions 94,1. Finalement, on a obtenu $15^{kg},5$ d'acide contenant $14^{kg},4$ d'acide formique vrai, au titre moyen 92,9, lequel devient 94,5, exception faite des premiers acides. Entre deux additions d'acide oxalique on a eu 730^{gr} d'acide formique à 96,1. Le titre 98,5 a même été atteint, et enfin, en faisant agir $1^{kg},5$ d'acide oxalique, on a pu avoir, quelques heures après, plus de 1^{kg} d'acide formique.

» Quoique l'on ait opéré à feu nu, comme pour l'acide $C^2H^2O^4$,4HO, le

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

bain-marie est préférable si l'opération n'est pas continue. Il faut éviter d'ajouter de l'acide oxalique trop près de l'interruption, la matière pouvant se prendre en masse.

» La perte en acide formique est faible, et elle est due à une production incessante d'oxyde de carbone depuis l'apparition des premiers acides concentrés, production variable et s'écartant peu de la proportion de 1 pour 100 du gaz dégagé. Cette décomposition de l'acide formique libre ou latent, jointe à la petite quantité d'eau contenue dans l'acide oxalique, explique que le titre moyen est seulement 96 et assure la continuité des réactions. L'acide cristallisable, comme l'acide à 4HO, résulte d'un phénomène constant d'éthérification, dont les lois ont été indiquées par Péan de Saint-Gilles et M. Berthelot : saturation de la glycérine jusqu'à une limite qu'on ne peut dépasser que par l'action d'un excès d'acide sec, et influence de l'eau pour décomposer partiellement la polyformine et mettre ainsi en réaction l'acide oxalique et la glycérine ou ses formines inférieures. *Un premier examen porte à admettre la simplicité de ces déductions, mais cette simplicité n'est qu'apparente dans le cas dont il s'agit.* Lorsque j'ai dû mettre fin à cette longue opération, le résidu était une triformine qui pouvait encore contribuer, quoique moins facilement, à la décomposition de l'acide oxalique sec.

» Les divers échantillons d'acide formique sont très limpides et fumants. Ils contiennent des traces de formines et d'acide oxalique, sans alcool allylique. D'après ce qui précède, l'acide oxalique, fût-il absolument desséché, ne saurait donner d'acide formique à 100; il faut avoir recours à des opérations auxiliaires pour atteindre ce titre. Une distillation préalable n'est pas indispensable. On peut refroidir l'acide brut, l'enrichir à l'aide du déflegmateur Lebel-Henninger ou le soumettre à l'action de corps déshydratants : ces trois procédés donnent immédiatement de l'acide formique absolu ou presque absolu.

» Parmi les corps déshydratants, l'acide borique en poudre m'a donné les meilleurs résultats. On l'ajoute *partiellement* à l'acide formique, dans un flacon que l'on agite. La température s'élève. On laisse reposer; puis on décante l'acide formique dans une cornue, et l'on distille avec ménagement, en évitant le contact des matières organiques : on ne recueille que les neuf dixièmes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les monamines tertiaires : I. Action de la triéthylamine sur les propylènes monobromés.* Note de M. E. **Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« Les monamines tertiaires ne contenant plus d'hydrogène typique doivent se prêter et se prêtent en effet à des dédoublements nets lorsqu'on les fait agir sur les dérivés chlorés, bromés ou iodés des hydrocarbures de la série grasse. Les remarquables travaux de M. Hofmann ont montré qu'avec elles les éthers chlorhydriques, bromhydriques ou iodhydriques des alcools monoatomiques primaires s'unissaient simplement pour donner des chlorures, bromures ou iodures d'ammoniums quaternaires. Or ces éthers à hydracides d'alcools primaires sont des dérivés d'hydrocarbures, contenant Cl, Br ou I substitués à H dans un chaînon CH^3. Si cette substitution a lieu dans un chaînon CH^2 ou CH, les choses se passent-elles de même? Il était plus que permis d'en douter, et un assez grand nombre de faits nouveaux, dont je me propose d'exposer les plus saillants dans quelques Notes consécutives, prouvera que les réactions sont tout autres et permettra d'établir un caractère différentiel facile à constater entre les éthers à hydracides des alcools primaires et ceux des alcools secondaires et tertiaires.

» Les réactions se compliquent un peu lorsqu'on s'adresse aux dérivés di ou trichlorés ou bromés des hydrocarbures. Je les examinerai lorsque j'aurai d'abord fait connaître ce que j'ai observé pour les composés monosubstitués.

» Les dérivés monobromés du propylène, dont trois sont connus, se sont tout naturellement offerts d'abord à mon examen; le propylène bromé (α) $CH^3-CBr=CH^2$ bouillant à 48°, et le propylène bromé (β) $CH^3-CH=CHBr$, bouillant à 60°, que j'ai isolés et décrits dans des Communications antérieures et dont le mélange constitue le propylène bromé ordinaire; enfin le bromure d'allyle $CH^2Br-CH=CH^2$. Comme monamine tertiaire, j'ai choisi la triéthylamine, qu'on peut se procurer à l'état de pureté et dont le maniement est facile et nullement gênant, comme celui de la triméthylamine, par exemple. La triéthylamine dont je me suis servi dans ces recherches passait intégralement à la distillation de 91° à 92°.

» 1. Du propylène bromé (β) $CH^3-CH=CHBr$, bouillant à 60°, est introduit dans un tube en verre épais avec un léger excès de triéthylamine. Les deux liquides se mélangent parfaitement et on scelle à la lampe. En

chauffant à 100°, on constate une séparation assez lente, mais qui s'accroît instamment, d'aiguilles de bromhydrate de triéthylamine qui, après dessiccation, ont donné à l'analyse : Br = 43,7 pour 100 (théorie, Br = 43,9). En même temps il se produit de l'allylène, qu'on a caractérisé par le précipité jaune qu'il fournit avec le chlorure cuivreux ammoniacal.

» La réaction marche plus vite si l'on chauffe le mélange de propylène bromé et de triéthylamine en présence d'un excès d'alcool absolu, pendant dix-huit heures à 140°. Les cristaux obtenus de bromhydrate de triéthylamine ont donné à l'analyse : Br = 43,9 (théorie, Br = 43,9). Il s'est en même temps formé de l'allylène, caractérisé par l'allylénure cuivreux.

» Le propylène monobromé (α) $CH^3-CBr=CH^2$, bouillant à 48°, fournit les mêmes résultats. HBr est éliminé à l'état de bromhydrate de triéthylamine, et il est transformé en allylène $CH^3-C\equiv CH$. La triéthylamine agit donc comme la potasse sur ces deux propylènes bromés en leur enlevant HBr.

» 2. Le bromure d'allyle $CH^2Br-CH=CH^2$, qui a son brome substitué dans un chaînon CH^3, se comporte tout différemment vis-à-vis de la triéthylamine. Ces deux liquides, qui se mélangent très bien, étant introduits dans un tube que l'on scelle immédiatement à la lampe, donnent un louche immédiat qui est bientôt suivi d'une précipitation abondante de cristaux. Au bout de quatre à cinq minutes, le tube est tellement chaud qu'on ne peut le tenir à la main. Vive ébullition et prise totale en masse parfaitement blanche. C'est une expérience de cours à faire.

» A l'ouverture du tube refroidi, on ne constate aucune pression, et en dissolvant dans l'eau et évaporant à 100° on obtient le sel cristallisé, blanc, fort déliquescent, qui est le bromure de triéthylallylammonium $Br, Az \left\{ \begin{matrix} (C^2H^5)^3 \\ C^3H^5 \end{matrix} \right.$. L'oxyde d'argent, en présence de l'eau, le transforme en hydrate d'oxyde, dont les sels n'ont pas été étudiés.

» Le chlorure d'allyle ne réagit pas à beaucoup près aussi énergiquement sur la triéthylamine que le bromure. L'action est très lente à la température ordinaire, car au bout de douze heures de contact il n'y a pas de dépôt considérable de cristaux. Mais, à 100° et en tube clos, tout est pris en masse au bout de quatre à cinq heures. Le sel blanc, séché sur l'acide sulfurique, est lamelleux et fort déliquescent. Il donne avec le chlorure platinique un abondant précipité jaune foncé, très peu soluble à froid, un peu plus soluble à chaud. Les cristaux obtenus par refroidissement de la solution chaude sont orangé foncé. Écrasés entre les lames de verre du mi-

croscope, ils se présentent en lamelles striées à base rhombe. Ils constituent le chloroplatinate $\left[Cl, Az \left\{ \begin{matrix} (C^2H^5)^3 \\ C^3H^5 \end{matrix} \right. \right]^2$, $PtCl^4$. L'analyse a donné en effet : Pt = 28,3 pour 100 (théorie, Pt = 28,3 pour 100).

» Le bromure d'allyltriéthylammonium soumis à l'action de la chaleur, soit seul, soit surtout en présence de la potasse aqueuse, se soude d'une manière beaucoup plus compliquée que celle qui est généralement admise pour la destruction des bromures d'ammoniums quaternaires dans les mêmes conditions. Il est très probable, d'après ce que j'ai observé pour ce bromure, qu'il y a lieu d'étudier de plus près la décomposition des autres, qui doit être du même ordre et présenter une complexité semblable. J'indiquerai dans une prochaine Communication les produits nombreux qui sont fournis par la distillation du bromure d'allyltriéthylammonium en présence de la potasse aqueuse. J'établirai en même temps que, de même que les propylènes bromés (α) et (β), l'éther iodhydrique de l'alcool isopropylique $CH^3-CHI-CH^3$, qui contient son iode substitué dans un chaînon CH^2, ne donne pas avec la triéthylamine d'iodure d'ammonium quaternaire, mais perd IH à l'état d'iodhydrate de triéthylamine, en se transformant en propylène $CH^3-CH=CH^2$. »

ZOOLOGIE. — *Système nerveux des Ophiures.* Note de M. N. Apostolidès, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J. Müller, le premier, considéra la bandelette entourant immédiatement les pièces dont l'ensemble forme l'armature buccale comme l'anneau central du système nerveux, et les parties qui vont rayonnant dans les bras de l'animal comme les annexes de ce système. Il est aussi le premier qui considéra que le système nerveux était accompagné dans toutes ses parties par le système vasculaire (radiaire) de ces animaux.

» Nous avons indiqué quelle est notre pensée sur ce sujet ([1]), nous n'y reviendrons plus. Nous avons donné les raisons pour lesquelles nous nions son existence.

» L'anneau nerveux est situé dans un espace que nous avons appelé *périnerveux*.

» Cet espace a la forme d'un canal circulaire dont la coupe serait un triangle à sommet tourné en dedans; il est limité en dehors par la mu-

---

([1]) Communication à l'Académie, 21 février 1881.

raille du second ossicule discoïde, en haut et en bas par deux membranes qui, parties l'une et l'autre du point où l'œsophage s'insère sur l'estomac, se portent en dehors et se fixent sur cet ossicule [1].

» Dans cet espace, l'anneau nerveux a la forme d'une bandelette verticale, tandis que ses rayons sont horizontaux. Chaque branche passe au travers du deuxième ossicule discoïde, percé en cet endroit; sa marche est verticale jusqu'à la rencontre de la plaque ventrale; là elle se replie horizontalement en continuant son chemin dans la rainure brachiale. L'anneau aquifère est en dehors de l'anneau nerveux, et, par suite, ses branches, passant par le même orifice que les rayons nerveux, dans toute leur longueur se trouvent au dehors et au dedans de ces derniers. Le point où le rayon nerveux et le vaisseau ambulacraire se réfléchissent pour devenir horizontaux est particulièrement important et mérite de fixer l'attention, car c'est surtout en ce point que s'établit la communication de l'espace périnerveux avec les autres espaces du corps. Cela explique comment R. Teuscher, en injectant les Ophiures par l'orifice d'un tentacule enlevé, trouvait du liquide autour du système nerveux. Son injection passait nécessairement, par le point de communication dont nous venons de parler, dans la cavité générale du corps. La description d'un vaisseau nerveux doit être attribuée à cette erreur.

» Avant de décrire les ramifications de la bandelette, il est nécessaire de parler de sa structure histologique.

» D'abord cette bandelette est-elle tout entière du tissu nerveux? C'est l'avis de Müller, et Simroth, Teuscher, Ludwig ont admis sa manière de voir. Lange décrivit de véritables cellules nerveuses pareilles à celles des animaux supérieurs; il considéra une partie seulement comme nerveuse et le reste comme une formation tégumentaire.

» Cette bandelette est formée de deux tissus bien distincts qui sont dans les bras, l'un du côté dorsal, l'autre du côté ventral. Ce dernier est composé d'un amas de cellules, d'une couleur brune, non colorables par le picrocarminate et présentant un gros noyau. Ces cellules ne sont pas semblables aux corpuscules que l'on trouve dans la cavité du corps; elles ressemblent aux cellules pigmentaires de Vertébrés. Si l'on se reporte aux figures données par les différents auteurs sur le système nerveux, on voit que c'est surtout cette partie qui a été représentée dans la plupart de leurs dessins de cellules nerveuses.

---

(1) L'animal est considéré la bouche en haut.

» La seconde partie de la bandelette est composée de fibriles extrêmement déliées; il faut un très fort grossissement pour distinguer entre elles des cellules bipolaires pâles, dont les contours sont très mal définis. Nous pensons qu'il faut considérer, comme l'a fait M. Léon Frédéricq chez les Échinides, cette partie comme étant seule nerveuse et ses cellules comme représentant celles des animaux supérieurs.

» Cette partie ne constitue qu'une très faible partie de l'ensemble de la bandelette; elle est située dans la petite rainure dorsale de celle-ci. Nulle part on ne distingue une accumulation de ces cellules, et par conséquent des ganglions. Les rayons présentent des renflements, non dans les points où naissent les nerfs, c'est-à-dire en face des ossicules discoïdes, mais dans les intervalles de ceux-ci. Les renflements sont donc placés dans les espaces intermédiaires aux ossicules, espaces occupés par du tissu musculaire. Ils ne sont pas dus à une accumulation de cellules nerveuses, mais sont formés exclusivement aux dépens de la portion non nerveuse du rayon, qui a trouvé dans ces points, où elle est environnée de parties molles, la place nécessaire pour se développer.

» L'anneau central ne donne aucune branche; mais les rayons, dès leur naissance, donnent de chaque côté deux branches qui ont une destination différente. La supérieure se dirige vers le premier tentacule; en arrivant près de lui elle se bifurque, et les deux branches de la bifurcation entourent le bout du tentacule, puis s'anastomosent du côté opposé, de manière à former un cercle complet. La distribution de ce nerf aux parois du tentacule n'est prouvée que par le fait physiologique de leur contractilité. L'observation ne donne aucun renseignement à cet égard. Les branches inférieures se dirigent vers les muscles qui s'étendent entre les angles de la bouche; aucune autre branche ne paraît exister à cet endroit. Les *nerfs boursaux* décrits par Ludwig ne sont probablement que des tractus de tissu conjonctif.

» Avant d'arriver au bras, le rayon donne encore deux paires semblables, qui se distribuent de la même manière, et dans le bras lui-même, en face de chaque ossicule discoïde, naissent deux nerfs qui ont encore la même distribution. Ces observations ont toutes été faites sur des animaux vivants, dans les Laboratoires dirigés par M. de Lacaze-Duthiers, soit à la Sorbonne, soit à Roscoff, soit dans notre dernier voyage à Port-Vendres.

» Dans un Mémoire qui paraîtra prochainement, nous ferons connaître nos recherches sur l'ensemble de l'organisation des Ophiures. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Du temporal écailleux, dans la série des Vertébrés.* Note de M. LAVOCAT.

« Généralement formé de deux pièces, qui sont le *squamosal* et l'*apophyse zygomatique*, le temporal écailleux présente beaucoup de variétés, dans la série des Vertébrés. Ses deux pièces constitutives, ordinairement distinctes, sont réunies chez les Mammifères. L'apophyse zygomatique manque chez les poissons et les serpents. Le squamosal peut être simple ou divisé en plusieurs parties. Enfin, les deux pièces temporales sont tantôt fixes et tantôt mobiles, selon le développement des mâchoires et le rôle plus ou moins énergique qu'elles ont à remplir.

» En général, chez les poissons osseux, le squamosal se compose de quatre pièces mobiles, souvent réduites à trois par l'absence de la pièce postérieure. De ces quatre pièces, aplaties d'un côté à l'autre, la supérieure et l'inférieure sont principales; l'antérieure et la postérieure sont accessoires. Unies entre elles par des lamelles cartilagineuses, elles se soudent chez les animaux âgés. La pièce supérieure joue sur le côté du pariétal; la pièce inférieure s'articule avec le maxillaire inférieur et donne appui à la tige ptérygoïdienne, qui relie le squamosal à la mâchoire supérieure.

» Les quatre pièces du squamosal des poissons ont été chacune l'objet de déterminations très variées, dont les plus accréditées s'accordent pour considérer ces parties osseuses comme *pièces tympaniques*.

» Chez les serpents, le temporal écailleux est construit comme celui des poissons. Il est mobile et dépourvu de tige zygomatique. Le squamosal est formé de deux pièces allongées et articulées bout à bout. La pièce supérieure, nommée à tort *mastoïdien*, joue sur le côté du pariétal. La pièce inférieure, plus longue et dite *os tympanique*, s'articule, en bas, avec le maxillaire inférieur et avec la tige ptérygoïdienne.

» Dans les grenouilles et les lézards, le temporal écailleux est constitué par le squamosal et l'apophyse zygomatique. Le squamosal est simple, mobile sur le côté du crâne et articulé, en bas, avec la mâchoire inférieure. Il se relie à la mâchoire supérieure non seulement par la tige ptérygoïdienne, mais aussi par l'apophyse zygomatique, à laquelle on attribue généralement la valeur et le titre d'*écaille temporale*, tandis que le squamosal est considéré comme *os tympanique*.

» Il en est à peu près de même chez les oiseaux, dont le squamosal,

nommé *os carré* ou *tympanique,* est mobile, en avant de l'ouverture auditive, et s'articule en bas avec la mâchoire inférieure, en dedans avec la tige ptérygoïdienne, et en dehors avec l'apophyse zygomatique qui s'unit en avant au jugal. Cette apophyse a été assimilée à l'*écaille temporale* par R. Owen et au *jugal* par Cuvier, qui a donné le nom d'*écaille temporale* au frontal postérieur, considéré comme mastoïde par R. Owen.

» Dans les tortues et les crocodiles, le temporal écailleux est fixe. Le squamosal, en simple et forte colonne, est, comme d'ordinaire, situé en avant de la cavité tympanique et articulé, en bas, avec la mâchoire inférieure. L'apophyse zygomatique est distincte, étroite et allongée entre le squamosal et le jugal. Ici encore, le squamosal est désigné par les zoologistes sous le nom d'*os tympanique,* et l'apophyse zygomatique sous celui d'*écaille temporale.*

» Chez les Mammifères, le temporal écailleux, fixe comme dans les tortues et les crocodiles, se rapproche, par sa construction, de celui des oiseaux; mais le squamosal et l'apophyse zygomatique sont réunis par soudure primitive. Le squamosal, en lame plus ou moins large, conserve ses connexions caractéristiques. Recouvert par le muscle temporal, il se fixe sur le pariétal et l'aile post-sphénoïdale, en avant du tympanal et du mastoïde; et, en bas, par une saillie transverse, il s'articule avec la mâchoire inférieure. L'apophyse zygomatique, qui naît en dehors de cette jointure, se dirige en avant, forme la limite externe de la fosse temporale et se termine sur le jugal.

» Ces connexions significatives démontrent combien sont mal fondés le terme d'*os tympanique,* généralement attribué au squamosal, et celui d'*écaille temporale,* donné à l'apophyse zygomatique, chez les Vertébrés ovipares. Dans ces animaux et surtout chez les poissons, l'os tympanique n'existe pas; et, s'il était représenté, il ne s'articulerait certainement pas avec la mâchoire inférieure, ni avec la tige ptérygoïdienne, ni avec l'apophyse zygomatique.

» Il en est de même de l'apophyse zygomatique qui, toujours comprise entre le squamosal et le jugal, ne peut pas être confondue avec l'*écaille temporale,* c'est-à-dire avec le squamosal.

» Il y a également erreur relativement aux serpents, chez lesquels la pièce supérieure du squamosal est connue sous le nom de *mastoïdien.* En effet, le mastoïde est toujours situé au-dessus ou en arrière de la cavité auditive et, de même que la caisse tympanique, il n'est jamais mobile.

» Chez les oiseaux, il n'est pas admissible que l'écaille temporale soit

représentée par le frontal postérieur ou par l'apophyse zygomatique, en raison de ce que le frontal postérieur est essentiellement orbitaire, tandis que l'écaille et l'apophyse zygomatique sont des pièces temporales.

» Enfin, on ne peut confondre l'apophyse zygomatique avec le jugal, parce que ces deux pièces connexes ont chacune des rapports différents : l'une avec le squamosal, et l'autre avec le maxillaire supérieur. »

BOTANIQUE. — *Sur le Phytolaque dioïque.* Note de M. **Balland.**

« Les auteurs qui se sont occupés des *Phytolaccées* donnent peu de détails sur le Phytolaque dioïque, *Phytolacca dioica* de Linné, *Pircunia dioica* de Moquin-Tandon. D'après de Candolle, il serait originaire du Brésil ou du Mexique. Il ne résiste pas à des températures inférieures à zéro ; aussi n'est-il connu à Paris que comme un arbuste de serre. Il se développe parfaitement sur le littoral algérien, et l'on peut voir, notamment sur les places publiques d'Oran, de Cherchell ou de Ténez, des Phytolaques de vingt-cinq à trente ans, qui ont une hauteur de 7^{m} à 8^{m} et des troncs de 2^{m} à 3^{m} de circonférence. Leur bois, très filandreux et spongieux, n'acquiert pas la consistance ligneuse ; il est impropre à la combustion et n'a pas encore été utilisé par l'industrie. On les recherche pour leur feuillage, qui persiste presque toute l'année et fournit beaucoup d'ombre ; de là, sans doute, le nom vulgaire de *Bella-ombra* (*Belombra*) qu'on leur donne exclusivement en Algérie. Cette dénomination semblerait indiquer qu'ils y ont été apportés par les Espagnols; les Arabes n'ont pas de terme pour les désigner.

» Les branches du Phytolaque dioïque, ainsi qu'on le remarque d'ailleurs chez certains vegétaux à croissance rapide, sont fréquemment aplaties et offrent parfois de curieux exemples de *fasciation* (M. Durando). Les fleurs sont dioïques, petites, verdâtres et disposées en grappes. Le fruit est une baie charnue, d'un jaune vert, pesant à peine 1^{gr} et renfermant, chacune dans une loge spéciale, douze à quinze petites graines comprimées caractérisées par un embryon cylindrique roulé autour de l'endosperme. Les grappes qui le portent se détachent naturellement de l'arbre vers la fin d'octobre et pèsent en moyenne de 30^{gr} à 40^{gr}. Elles sont alors très sucrées et peuvent être mangées sans inconvénient. Elles cèdent à la presse 74 pour 100 de suc. Ce suc est épais, gluant, et a une odeur légèrement nauséabonde. Il marque au densimètre 1,100. Son acidité est représentée par 0,51 pour 100 d'acide sulfurique monohydraté. Abandonné à l'air

libre, à une température moyenne de 20°, il se clarifie très lentement et ne fermente pas spontanément. Sa couleur, après filtration, est brune. Lorsqu'on l'étend d'eau, il blanchit fortement et l'on remarque sur les parois du vase une fluorescence marquée. Il fournit par évaporation 24gr,6 pour 100 d'extrait, et par incinération un volumineux charbon qui se réduit finalement à 1gr,86 de cendres.

» Je lui ai trouvé la composition suivante :

Eau	75,40
Chlorophylle, cire, résine, huile essentielle et acide volatil	0,45
Sucre réducteur	3,20
Sucre non réducteur	11,20
Acide organique indéterminé	2,60
Gomme	4,40
Matières albuminoïdes, substances pectiques et pectose	0,89
Matières salines	1,86
	100,00

» La résine est très âcre et soluble dans l'éther; elle n'existe qu'en minime quantité, de même que l'huile essentielle qui donne au suc son odeur particulière.

» Le traitement éthéré et la distillation directe ont permis de constater la présence d'un acide volatil dont l'éther, à odeur très agréable, rappelle l'éther butyrique; titré volumétriquement à l'aide d'une solution alcaline, il serait représenté en acide sulfurique monohydraté par 0gr,05 pour 100.

» L'autre acide organique dont l'analyse élémentaire n'a pas été faite se trouve dans l'extrait alcoolique à l'état de sel acide de potasse. Ce sel est insoluble dans l'éther et soluble dans l'eau; il est incristallisable et ne précipite pas par le nitrate de baryte : il présenterait ainsi quelques-uns des caractères de l'*acide phytolaccique* retiré, par M. Terreil, des baies du *Phytolacca decandra* (*Comptes rendus*, novembre 1880).

» Les matières sucrées ont été dosées par les méthodes volumétriques, après défécation préalable du suc.

» Les matières salines sont formées en moyenne partie par de la potasse, par très peu de fer, de la chaux, de la magnésie, de la silice, des phosphates, et des traces seulement de sulfates et de chlorures.

» Les recherches faites en vue d'obtenir un alcaloïde ont donné un résultat négatif. »

GÉOLOGIE. — *Sur la faune carbonifère de Régny (Loire) et ses relations avec celle de l'Ardoisière (Allier).* Note de M. A. **Julien**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les massifs de granite et de porphyre qui constituent l'axe de la chaîne du Forez et séparent le terrain carbonifère marin de la vallée du Sichon, sur le versant occidental, de celui qui remplit, à l'est, la vallée de la Loire, s'opposent à l'établissement d'une coupe géologique qui montrerait par une superposition directe les relations des calcaires fossilifères de l'Ardoisière avec ceux de Régny. Ce n'est donc que par l'étude approfondie des faunes de ces deux localités que l'on peut reconnaître leur synchronisme ou leur succession dans le temps. Dans des voyages successifs à Régny, j'ai recueilli moi-même près d'un millier d'échantillons de fossiles. Ils proviennent tous exclusivement des carrières exploitées ou abandonnées, sur le bord du chemin qui conduit de Régny à Saint-Symphorien, entre la Goyetière et la Marine. Les calcaires sont très fossilifères, mais il ne faudrait pas ajouter une foi trop vive à l'assertion, émise un peu inconsidérément, que les schistes qui les supportent ou les recouvrent sont dépourvus de restes organisés. Ils sont, en réalité, aussi riches que les calcaires, et offrent le principal gisement des *Aviculopectens* et des *Modiolopsis*. On peut en recueillir jusqu'au contact des poudingues qui préludent à la formation du grès anthracifère.

» A l'époque où je me livrais à ces recherches, la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand ne possédait encore ni le moindre fossile paléozoïque dans ses collections exclusivement minéralogiques, ni le plus élémentaire Ouvrage de Paléontologie dans sa bibliothèque, à l'état de projet.

» En présence de ce manque absolu de ressources dans un établissement d'enseignement supérieur, créé cependant depuis plus de vingt ans, je pris le parti de me transporter avec mes collections à Liège, auprès de M. de Koninck, et de recevoir directement les précieux enseignements de l'illustre paléontologiste qui a consacré sa vie à l'étude des faunes carbonifères. Voici la liste des fossiles qui ont pu être déterminés :

» *Cyrtoceras unguis*, Phill. — *Euomphalus pileopsideus*, Ph. — *Loxonema curvilinea*, Ph. — *Patella Koninckii*, Mc Coy. — *Buccinum sigmilineum*, Ph. — *Aviculopecten rugulosus*, Mc Coy. — *Arca arguta*, Ph. — *Arca Lacordairiana*, de Verneuil. — *Conocardium minax*, Ph. — *Bellerophon Ferussaci*, d'Orb. — *Terebratula sacculus*, Martin. — *Rhyn-*

chonella angulata, Lin. — *R. pugnus*, Mart. — *Orthis resupinata*, Mart. — *Orthotetes crenistria*, Ph. — *Spirifer glaber*, Mart. — *S. lineatus*, Mart. — *S. bisulcatus*, Sowerby. — *S. octoplicatus*, Sowerby. — *Productus Cora*, d'Orb. — *P. giganteus*, Mart. — *P. semireticulatus*, Mart. — *P. fimbriatus*, Sow. — *P. scabriculus*, Sow. — *P. pustulosus*, Ph. — *P. undatus*, Defrance. — *Chonetes comoides*, Sow. — *C. papilionacea*, Ph. — *C. Dalmaniana*, de Kon. — *C. Laguessiana*, de K. — *Syringopora ramulosa*, Ph. — *Cladochonus*, nov. sp.

» Et un grand nombre d'espèces nouvelles ou indéterminables, à cause de leur mauvais état de conservation, appartenant aux genres *Dithyrocaris*, *Nautilus*, *Euomphalus*, de grande taille, *Macrocheilus*, *Dentalium*, *Naticopsis*, *Aviculopecten*, *Cardiomorpha*, *Modiolopsis*, *Tellinomya*, *Crania*, etc.

» On pourrait s'étonner du nombre relativement restreint d'espèces reconnues par M. de Koninck. Cela tient au déplorable état de conservation de ces fossiles, la plupart à l'état de moules (ceux des schistes), écrasés, aplatis, laminés et souvent empilés dans cet état avec une profusion extrême.

» En recueillant patiemment cette faune, j'étais frappé des différences singulières qu'elle offrait avec celle de l'Ardoisière, que je croyais du même âge. A l'Ardoisière, les Trilobites du genre *Phillipsia*, les Bryozoaires et les Échinides tessellés pullulent, tandis qu'ils se font remarquer par leur absence à Régny.

» Les Polypiers des genres *Lithostrotion*, *Diphyphyllum*, *Amplexus*, forment parfois de véritables buissons, aux rameaux entrelacés, tandis qu'ils manquent absolument dans la Loire. Bien d'autres différences m'avaient frappé et m'avaient conduit à penser que le facies si différemment accusé de ces deux faunes, que je considérais volontiers comme synchroniques, était dû à des circonstances locales de distribution bathymétrique, en un mot, que l'Ardoisière offrait le facies de rivage et Régny le facies pélagique. J'avais soumis ces vues à M. de Koninck, mais, sans le rejeter absolument, l'éminent paléontologiste, avec son expérience consommée des moindres nuances des faunes carbonifères, avait saisi des variations identiques à celles qui distinguent les faunes, qu'il a rendues classiques, de Visé et de Namur. Pour lui, l'Ardoisière était l'équivalent de Visé, et Régny l'équivalent de Namur. En effet, Régny possède exclusivement les grands Évomphales. Le *Chonetes comoides* y prédomine sur le *Ch. papilionacea*, et le *Productus Cora* sur le *Pr. giganteus*. Ce sont bien là les caractères que M. de Koninck assigne à la faune de Namur.

» En résumé, la faune carbonifère de Régny, examinée à l'aide d'un en-

semble suffisant de fossiles, se trouve être d'un degré plus ancienne que celle de l'Ardoisière, et elle offre, dans le centre de la France, l'équivalent parfait de la faune carbonifère de Namur. »

MÉDECINE. — *De la dissolution des fausses membranes de l'angine couenneuse par les applications locales de papaïne.* Note de M. E. BOUCHUT, présentée par M. Wurtz.

« J'ai montré, depuis 1877, dans mes Cours de Clinique à l'hôpital et dans mes publications du *Paris médical*, quelle était l'action dissolvante et peptonisante de la papaïne sur la fibrine humide, à l'étuve; sur les helminthes, tænias, ascarides et trichines; sur les fausses membranes du croup extraites par la trachéotomie. Ces expériences ont été l'objet d'une Communication à l'Académie, faite au nom de M. Wurtz et au mien, dans le mois d'août 1879.

» Voici le passage relatif à la dissolution des fausses membranes du croup et de la diphthérite :

« Une autre application, dans mon service, a été la digestion rapide des fausses membranes du croup extraites par la trachéotomie et des helminthes, tels que tænias et lombrics, rendus par les malades.

» Une fausse membrane de la trachée, épaisse, résistante, élastique, mise dans un tube à expérience avec une solution de suc de papaya au tiers, se dissout à froid en quelques heures, et en quelques minutes si l'on chauffe légèrement le tube sur la lampe à alcool.

» En 1877, 1878 et 1879, l'expérience a été faite à ma clinique devant de nombreux assistants.

» Depuis lors, ces études ont été poursuivies sur un grand nombre de malades. Elles ont démontré qu'on pouvait espérer d'obtenir par les applications de papaïne la dissolution et la digestion sur place des fausses membranes de la diphthérite.

» Ce n'est sans doute pas la même chose de badigeonner avec la papaïne cette pellicule de fibrine adhérente sur les amygdales que de la faire tremper dans une solution mise à l'étuve et dans un verre. Mais la papaïne a des propriétés particulières communiquées par M. Wurtz à l'Académie dans la séance du 20 novembre 1880. Il lui a suffi de toucher et d'imprégner un instant la fibrine humide pour que celle-ci, lavée ensuite à grande eau

pendant plusieurs heures, conserve la faculté de se dissoudre et de se transformer en peptone. C'est sur cette propriété fort extraordinaire que se base l'application de la papaïne au traitement de l'angine couenneuse et de la diphthérite cutanée.

» L'expérience semble défectueuse et elle l'est en réalité, puisque sur les malades on n'imprègne la pellicule membraneuse que par le côté extérieur et non par la face interne; mais même dans ces conditions défavorables elle réussit.

» L'application doit être renouvelée à plusieurs reprises, toutes les deux heures environ, et l'on voit les fausses membranes s'amincir lentement, se désagréger et disparaître définitivement au bout de trois, quatre et cinq jours. Les fausses membranes ne fondent pas comme lorsqu'on les met baigner dans un verre à l'étuve, mais elles sont manifestement attaquées et se dissolvent graduellement.

» Cela m'a paru suffisant pour encourager de nouvelles tentatives, et, comme les cas sont toujours malheureusement très nombreux, j'ai pu soumettre indistinctement et sans choix tous ceux qui se sont présentés à moi dans ma pratique et à l'hôpital.

» Depuis le commencement de mes études, j'ai ainsi traité trente-deux cas, enfants ou adultes, et n'ai eu que quatre morts. Un des malades guéris avait en même temps une diphthérite cutanée, très épaisse, du conduit auditif externe, et un autre une conjonctivite pseudo-membraneuse. Ces deux cas ont été des plus remarquables par la rapidité de la dissolution des fausses membranes.

» Il m'a semblé que, théoriquement et pratiquement, ces faits étaient dignes d'être présentés à l'Académie, qui a déjà reçu nos Communications précédentes sur la papaïne. »

HYGIÈNE. — *Sur un appareil destiné à supprimer les dangers des poêles mobiles.* Note de M. **Godefroy**.

« Le chauffage par les calorifères mobiles a pris une grande extension, mais ces appareils ne sont pas sans danger; les ventilateurs et les trappes indicatrices n'ayant pas fait disparaître le péril, j'ai songé à rechercher des procédés plus efficaces.

» Afin de supprimer la prise d'air dans l'appartement, j'ai eu la pensée de prendre l'air destiné à la combustion dans la cheminée même, par un second

tuyau, qui la fait communiquer avec le foyer. La cheminée et le poêle peuvent alors être hermétiquement fermés, ce qui supprime tous les passages de gaz délétères dans la chambre.

» Ce résultat a été contrôlé par l'analyse chimique, qui a établi la pureté absolue de l'air chauffé. M. Rabot, chimiste expert, docteur ès sciences, a procédé à cette opération; de son Rapport, il résulte que le poêle américain, fonctionnant dans une chambre avec toutes les précautions recommandées, laisse échapper quatre fois plus d'acide carbonique que l'air n'en contient et une certaine quantité d'acide sulfhydrique.

» Un poêle fermé, avec la cheminée fermée, selon mon système, n'a fait subir aucun changement à la composition de l'air. »

M. **J. Seure** adresse à l'Académie un nouvel échantillon de pain de viande, préparé avec de la viande pulpée et de la dextrine (¹).

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juin 1881.

Commission de la Carte géologique de la Belgique. Texte explicatif du levé géologique de la Planchette de Kermpt (Bolderberg); par M. le baron O. van Ertborn. Bruxelles, F. Hayez, 1881; in-8°, avec une Carte.

Saint-Mandrier près Toulon. Contribution à l'histoire de la localité et de l'hôpital maritime; par L.-J.-B. Bérenger-Féraud. Paris, A. Leroux; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Guide aux villes d'eaux, bains de mer et stations hivernales; par le Dr Macé. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-12 relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Lettre à MM. les Députés relativement au projet de loi sur les vaccinations obligatoires. Contre-projet par le Dr Ch. Pigeon (de la Nièvre). Fourchambault, chez l'auteur; Paris, Germer-Baillière, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

(¹) *Comptes rendus*, séance du 6 décembre 1880.

Revue militaire de Médecine et de Chirurgie, dirigée par le Dr E. DELORME; 1re année, n° 1, avril 1881. Paris, Berger-Levrault, 1881; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Observations sur l'anatomie de l'éléphant d'Afrique (Loxodon africanus) *adulte; par* M. F. PLATEAU *et* M. V. LIENARD. Bruxelles, F. Hayez, 1881; in-8°.

Observations of double stars made at the United States naval Observatory; bz ASAPH HALL. Washington, government printing Office, 1881; in-4°.

Catalogue of 12, 441 *stars, for the epoch* 1880; *from observations made at the royal Observatory Cape of Good Hope, during the years* 1871 *to* 1879, EDWARDS JAMES STONE. London, G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1881; in-4° relié.

Atti della R. Accademia dei Lincei 1881; serie terza, *Transunti,* vol. V, fasc. 12°, seduta del 15 maggio 1881. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, etc. 14. Lieferung; dritte Abtheilung: *Geologische Beschreibung der Kantone Appenzell, St-Gallen, Glarus und Schwyz, etc.* Bern, J. Dalp, 1881; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve la nomination de M. *Fouqué* à la place vacante dans la Section de Minéralogie, par suite du décès de M. *Delesse*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Fouqué** prend place parmi ses confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Observations sur la réduction simultanée de deux formes bilinéaires*; par M. **C. Jordan**.

« J'ai publié, en 1873, un procédé pour opérer la réduction simultanée de deux formes bilinéaires. M. Kronecker a critiqué ce travail, en faisant observer que j'avais admis implicitement une hypothèse restrictive qui détruisait la généralité de la démonstration.

» Cette hypothèse pouvant aisément se justifier au point du Mémoire où elle avait été signalée par notre éminent Correspondant, je ne me suis

pas rendu compte, à cette époque, de la portée de son objection; mais, étant revenu récemment sur cette question à l'occasion de mon Cours au Collège de France, j'ai reconnu qu'une hypothèse analogue, et cette fois non motivée, se retrouve dans la suite de la démonstration. Les critiques dont celle-ci a été l'objet sont donc parfaitement fondées.

» Une objection toute pareille s'applique, si je ne me trompe, aux considérations par lesquelles M. Kronecker a essayé de déduire la solution du problème de ses anciennes recherches contenues dans les *Monatsberichte* de 1868. La première solution exacte et complète de la question serait donc celle qu'il a donnée à la fin de 1873. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'aldol.* Note de M. WURTZ.

« La préparation de l'aldol, opération facile en elle-même, exige certaines précautions qu'il importe d'indiquer : le rendement et même les qualités du produit varient notablement suivant les proportions du mélange et surtout la durée de la réaction. Les proportions sont celles que j'ai déjà indiquées. Si l'on opère sur l'aldéhyde, qu'on se procure aujourd'hui à très bas prix, on la dissout dans son poids d'eau à 0° et l'on introduit ce mélange par portions dans 2 parties d'acide chlorhydrique ordinaire bien refroidi [1]; on abandonne le tout à lui-même dans un endroit éclairé. L'action de l'acide chlorhydrique ne tarde pas à s'exercer et tout dépend de la durée de cette action. On va en juger par les résultats suivants.

» 2^{kg} d'aldéhyde et 2^{kg} d'eau ayant été introduits dans 2^{kg} d'acide chlorhydrique, le mélange a été abandonné pendant trois jours à lui-même à la température de 15°. Au bout de ce temps, la liqueur, colorée en jaune brun, ayant été étendue, neutralisée par le carbonate de sodium et épuisée à plusieurs reprises par l'éther, a fourni 100^{gr} de produit passant avant 85° dans le vide, 497^{gr} d'aldol passant de 85° à 105°, et 100^{gr} de produit passant entre 105° et 180°, à 10^{mm} de pression. L'aldol ainsi obtenu, très liquide d'abord, n'a pas tardé à s'échauffer spontanément et était pris le lendemain en un sirop très épais, parfaitement incolore, entièrement soluble dans l'eau. Pendant la neutralisation il ne s'est séparé qu'une petite quantité de matière résineuse.

(1) Dans le cas où l'on opère avec la paraldéhyde, on introduit celle-ci dans un mélange refroidi de 2 parties d'acide chlorhydrique et de 1 partie d'eau.

» 2^{kg} de la même aldéhyde ont été traités comme précédemment et le mélange a été abandonné pendant huit jours à lui-même. La liqueur colorée en brun noir ayant été étendue d'eau et neutralisée, il s'est séparé d'abord une quantité notable d'une résine noire, puis une matière résineuse peu colorée et cristalline. La liqueur filtrée et neutre a fourni, par épuisement à l'éther, 320^{gr} d'un aldol passant de 85° à 105°, et 70^{gr} d'un produit passant entre 105° et 190°, à 10^{mm} de pression.

» Les résines, épuisées méthodiquement par l'eau bouillante, ont fourni 117^{gr} de dialdane cristallisée.

» Dans une troisième opération, faite pareillement avec 2^{kg} d'aldéhyde et où le mélange a été abandonné pendant douze jours, on n'a obtenu que 75^{gr} d'un aldol passant de 85° à 110°, qui est demeuré relativement fluide et qui exhalait une odeur manifeste d'aldéhyde crotonique. Il n'était pas entièrement soluble dans l'eau. Un tel aldol se dédouble très facilement en aldéhyde crotonique et en eau. Au bain-marie, il disparaît en grande partie, et une forte odeur d'aldéhyde crotonique se manifeste pendant l'évaporation. Les deux espèces d'aldol obtenues dans les opérations précédentes présentent donc dans leurs propriétés des différences, qui sont liées sans doute à des pertes inégales de chaleur.

» On fera connaître bientôt des différences analogues que semblent présenter les paraldols qui correspondent à ces aldols et qui ne se comportent pas de la même façon lorsqu'on les chauffe. Quoi qu'il en soit, la formation de l'aldol, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, réalise un mode particulier de synthèse qui paraît digne d'attention.

» L'acide chlorhydrique se fixe d'abord sur l'aldéhyde, comme l'a montré récemment M. Hanriot, et, la chlorhydrine ainsi obtenue réagissant sur une seconde molécule d'aldéhyde, il se forme de l'aldol en même temps que l'acide chlorhydrique est régénéré. Les deux équations suivantes représentent ces réactions :

$$CH^3\text{-}CHO + HCl = CH^3\text{-}CH\langle^{OH}_{Cl},$$

$$CH^3\text{-}CH\langle^{OH}_{Cl} + CH^3\text{-}CHO = CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO + HCl.$$

» L'acide chlorhydrique, sans cesse fixé et remis en liberté sans cesse, est donc l'agent qui provoque la formation d'un groupe oxhydryle, aux dépens de 2^{mol} d'aldéhyde, dans cette *synthèse par formation d'oxhydryle.* »

MINÉRALOGIE. — *Nouvelle rencontre de soufre natif dans le sol de Paris* (¹); par M. DAUBRÉE.

« En faisant une tranchée dans la rue Meslay, pour l'établissement d'un égout public, on vient d'y rencontrer (²), au milieu d'anciens déblais pierreux, des matières organiques noires, végétales et animales, à odeur infecte, mélangées de débris de cuirs, d'ossements et de morceaux de plâtre. Le tout paraît provenir de fumiers et immondices, qui ont été autrefois apportés dans une décharge publique. Ces matières organiques sont stratifiées obliquement, suivant un angle de 20° à 25°, correspondant au talus d'éboulement. On les a coupées sur plus de 50^m de longueur et elles se poursuivent jusqu'au fond de la tranchée, à $4^m,50$ de profondeur. Tout à côté de ces matières organiques, la même entaille a rencontré une couche d'ossements d'animaux, mélangés de cornes de bœuf, qui s'étend de $2^m,50$ jusqu'au fond de l'entaille à $4^m,50$ de profondeur, et qu'on a suivie sur une longueur d'environ 40^m.

» Du soufre natif cristallisé imprègne la plupart des plâtras enfouis dans la masse noire. Le fait est donc analogue à celui qui a été signalé il y a six mois, dans le sous-sol de la place de la République, où les plâtras sulfurés étaient plus abondants, mais moins riches en soufre. Je dois connaissance de cette trouvaille, comme de la précédente, à l'obligeance de M. Bonne, conducteur des Ponts et Chaussées.

» Dans les actions chimiques qui se sont produites sous le sol, des ossements ont été remplis, dans leur intérieur, par du gypse cristallin et aciculaire.

» Il n'est pas douteux qu'ici encore la formation du soufre natif ne soit tout à fait indépendante de l'action du gaz d'éclairage, dont le tuyau de conduite est situé à un niveau plus élevé de 2^m. Comme dans l'exemple précédent, elle résulte de la réaction mutuelle des matières organiques sur les gravois de plâtre qui y étaient mélangés, et elle forme une imitation contemporaine de la production du soufre dans beaucoup de gisements appartenant aux terrains stratifiés. »

(¹) Voir les *Comptes rendus*, t. XCII, p. 101.

(²) A proximité des maisons portant les nᵒˢ 30 à 40.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouveau thermographe.* Note de M. MAREY.

« Il y a une quinzaine d'années que je recherche un instrument capable d'inscrire les variations de la température animale en deux points du corps, afin d'observer les changements que des influences de différents ordres exercent sur la répartition de la température.

» J'ai enfin obtenu des résultats satisfaisants au moyen d'une disposition qui consiste à mettre le liquide d'un thermomètre en rapport avec un petit tube de Bourdon, qui change de courbure suivant le degré de dilatation du liquide du thermomètre. Le thermomètre est formé d'un réservoir cylindrique en laiton, de $0^{m},006$ de diamètre sur $0^{m},03$ de longueur; il est prolongé par un tube capillaire de cuivre rouge qui s'ouvre d'autre part dans le tube de Bourdon. Le tout est rempli d'huile et fermé. Sous l'influence des variations de la température l'huile se dilate ou se resserre en modifiant la courbure du tube de Bourdon; les changements de courbure de ce dernier actionnent un levier inscripteur. C'est M. Tatin qui a construit cet instrument et en a en grande partie réglé la disposition.

» Dans les expériences de Physiologie, l'intérêt principal est de déterminer simultanément l'état de la température dans une partie profonde et dans une partie périphérique; deux des thermographes qui viennent d'être décrits permettent de recueillir les courbes de ces deux températures pendant un temps indéfini. Des tubes flexibles en cuivre rouge réunissent les boules thermométriques aux appareils inscripteurs; on peut donc placer en une région quelconque du corps chacune des boules des deux appareils.

» L'inscription simultanée des températures superficielle et profonde montre que, dans les troubles vaso-moteurs, la température animale éprouve des variations de sens inverses dans les régions centrales et périphériques du corps. Ainsi, sous l'influence d'un resserrement vasculaire, la circulation se ralentit et l'on voit les parties périphériques du corps subir les influences du refroidissement sans que la chaleur du sang vienne réparer les pertes. Mais alors la chaleur s'accumule dans les centres, et l'animal présente ce singulier contraste d'un froid extrême à l'extérieur et d'une chaleur exagérée au dedans. C'est l'état dont j'avais prévu l'existence dans le choléra algide et que les médecins ont en effet constaté dans cette maladie. Un relâchement vasculaire, en accélérant la circulation générale, jettera la chaleur aux surfaces et, tout en produisant une élévation de la température superficielle, refroidira l'intérieur du corps.

» Enfin, outre ces modifications de la température animale par des troubles de la circulation, il en est d'autres qui tiennent à ce que la production de chaleur est accrue ou diminuée. Dans ces cas il n'y a pas antagonisme, mais parallélisme entre les variations superficielles et profondes de la température animale. Ainsi, l'inanition refroidit à la fois le centre et la périphérie, tandis que certaines maladies paraissent accroître la production de la chaleur, car elles échauffent à la fois le centre et la périphérie du corps. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le projet de mer intérieure de M. Roudaire; réponse aux observations de M.* Cosson; par M. de Lesseps.

« Notre confrère M. Cosson, dans la précédente séance de l'Académie, a fait des observations sur le Rapport du commandant Roudaire, relatif à son projet de mer intérieure africaine au sud de la Tunisie et de l'Algérie. Il a dit : « Le projet de M. Roudaire est, je le répète, fondé sur l'hypo-
» thèse que le chott El Djerid doit être considéré comme le grand golfe de
» Triton des anciens. »

» Or, à la page 83 du Rapport de M. Roudaire se trouve le passage suivant :

« Quoi qu'il en soit, en l'absence de preuves géologiques, je ne reprendrai pas la thèse de l'identité de la baie de Triton et du bassin des chotts, qui ne manquerait pas de donner naissance à des controverses dont le résultat serait de déplacer la question. Si séduisantes en effet que puissent paraître de semblables discussions, elles n'intéressent, ainsi que je le disais en terminant mon dernier Rapport, que très indirectement le projet de mer intérieure, qui est avant tout un problème de Géographie physique. La baie de Triton n'eût-elle jamais existé, il n'en serait pas moins mathématiquement démontré qu'il existe actuellement, au sud de l'Algérie et de la Tunisie, une vaste dépression dont le niveau est inférieur à celui de la Méditerranée, et que cette dépression, occupée par des marais insalubres, serait recouverte par les eaux de la mer si elle était reliée au golfe de Gabès. Il est d'ailleurs un fait qui n'est contesté par personne : c'est que, à l'époque historique, ces dépressions étaient recouvertes par les eaux. Les débris de la galère antique ([1]) trouvés à Gattan ech Cheurfa, où la tradition place l'ancien port de Nefta, suffiraient à en établir la preuve. Un autre fait incontestable, c'est que les régions voisines, où les Romains avaient fondé un grand nombre d'établissements ([2]), étaient incomparablement plus fertiles que de nos jours. Ainsi donc, *les régions voisines étaient fertiles lorsque les chotts contenaient de l'eau; elles sont devenues stériles lorsque les chotts se sont desséchés.* C'est là surtout le fait historique qui nous intéresse.

([1]) Rapport de 1877, p. 58.

([2]) *Ibid.*, p. 77 et suiv.

» Il importe peu, en effet, que les chotts fussent alors séparés de la mer ou en communication avec elle. Ils étaient remplis d'eau, et la fertilité était due aux pluies résultant de l'évaporation qui se faisait à leur surface. Cela ne peut faire aucun doute pour ceux qui ont lu sans parti pris le Rapport du général Favé, ainsi que les développements dans lesquels je suis entré à ce sujet. L'expérience historique vient donc à l'appui des considérations théoriques fondées sur les lois physiques qui régissent la formation et la condensation des vapeurs d'eau. Nous pouvons aujourd'hui, en reliant les chotts à la Méditerranée, rétablir les anciennes conditions climatériques et créer en même temps, au sud de l'Algérie, au delà de la chaîne de l'Atlas, une voie commerciale et politique de la plus haute importance. »

» M. Cosson a ensuite avancé que « la mer de M. Roudaire causerait un » préjudice à la production des dattes, seule et véritable richesse de la » contrée, et que la plus grande partie des terrains envahis par la mer sont » loin d'être sans valeur ».

» Je suis en mesure de rassurer à ce sujet M. Cosson, car sur les côtes de la Tunisie, aux environs de Gabès, et en Égypte, il n'y a d'oasis produisant des dattes que sur les terrains qui se trouvent au-dessus du niveau de la mer; par conséquent, aucun sol productif n'aura à souffrir de l'entrée de la mer dans les chotts Rarsa et Melrir, où la mer sera amenée par un chenal creusé à partir du golfe de Gabès.

» Le chott Rarsa, qui a son plafond à 30^m au-dessous du niveau de la mer, longera la frontière sud de Tunis. Ce bassin aura deux fois la surface du lac de Genève et contiendra 40 milliards de mètres cubes d'eau.

» Le chott Melrir, formant partie de notre territoire, au sud de l'Algérie et au pied de l'Aurès, a quatorze fois la superficie du lac de Genève et contiendra 160 milliards de mètres cubes d'eau.

» Des ports se créeront autour de ces bassins et feront revivre des villes qui, autrefois, étaient florissantes et dont on voit les vestiges, telles que Tauzer, Nefta, Kris, Dyacha, Ceddada, Hamma, Kbilli et toutes les oasis du Nefzaoua.

» Je ne puis d'ailleurs que remercier notre confrère, M. Cosson, d'avoir de nouveau appelé l'attention publique sur les beaux travaux du commandant Roudaire, car la discussion ne peut que lui être utile et contribuer à la réalisation d'un projet dont il poursuit les études depuis seize ans, avec une persévérance et une science pratique que je me félicite de pouvoir encourager au sein de l'Académie. »

CHIRURGIE. — *Sur les greffes osseuses.* Note de M. **Ollier**.

« Grâce à la méthode antiseptique, et en particulier au pansement de Lister, qui en est jusqu'ici le procédé le plus pratique, la Chirurgie est aujourd'hui en mesure de réaliser certaines opérations, formellement proposées depuis longtemps, mais restées à l'état de conceptions théoriques, à cause des dangers qui accompagnaient jusqu'ici la plupart des plaies pratiquées sur l'homme, surtout dans les tissus profonds.

» La greffe animale est une des opérations qui devront bénéficier le plus de la possibilité que nous avons aujourd'hui de soustraire les plaies aux agents infectieux. Son principal obstacle a été, en effet, jusqu'ici, l'altération septique du milieu organique dans lequel devait vivre le tissu transplanté.

» La greffe osseuse, en particulier, nous permettra de pratiquer chez l'homme les opérations restauratrices, que nous n'avions pu faire réussir que chez les animaux, plus tolérants pour les traumatismes. On peut même espérer obtenir chez l'homme des résultats plus complets, parce que l'opéré humain gardera le repos et l'immobilité qui sont indispensables au succès de l'adhésion des tissus transplantés.

» Il en sera probablement pour les greffes comme pour les résections sous-périostées, qui donnent chez l'homme des résultats plus réguliers, plus satisfaisants que chez la plupart des Mammifères, par la seule raison que l'homme se soumet au traitement consécutif nécessaire à une production osseuse régulière.

» M. Mac Ewen, de Glasgow, dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1], vient de confirmer de la manière la plus éclatante la réalité de la greffe osseuse sur l'homme.

» Il a réussi à reconstituer $0^m,114$ de la diaphyse humérale, au moyen de six fragments osseux cunéiformes retranchés sur des tibias de jeunes enfants atteints d'incurvations rachitiques. Il a transplanté, selon la règle que nous avions formulée d'après nos expériences, le tissu osseux complet, c'est-à-dire la substance osseuse revêtue de son périoste et garnie de sa moelle; mais il a eu de plus l'idée de la diviser en petits fragments de $0^m,003$ à $0^m,005$ de diamètre sur $0^m,005$ d'épaisseur, et en dernier lieu de $0^m,013$ sur $0^m,007$. Il a eu pour but d'augmenter les surfaces de contact de la greffe

---

(1) *Voir* page 1470.

avec les tissus ambiants et de multiplier les centres de prolifération des éléments ostéogènes. Ce procédé lui a parfaitement réussi.

» Jusqu'à ces derniers temps, par crainte de voir la greffe ne pas se souder aux tissus voisins et engendrer au milieu des tissus une source de produits septiques dangereux pour l'économie, j'avais, dans la rhinoplastie en particulier, laissé les lambeaux osseux en rapport avec le reste du corps par un pédicule de parties molles; c'était une sorte de greffe par approche. Mais, aujourd'hui, on devra faire des transplantations véritables et emprunter la matière osseuse à une partie quelconque du squelette du sujet, ou mieux encore à un autre individu *sain*, en mettant à profit la substance osseuse qu'on est si souvent obligé de sacrifier dans certaines opérations. Percy avait essayé, à la fin du siècle dernier, de réparer ainsi par la greffe osseuse le déficit de certains os fracturés, mais il avait eu malheureusement l'idée d'emprunter ses greffes à des os de bœuf. Cette idée, que nous tenons aujourd'hui pour peu physiologique, après l'insuccès de nos greffes entre animaux d'espèces différentes, fut d'autant plus fâcheuse que Percy était, à ce moment, abondamment pourvu de matière ostéoplastique par les blessés qu'il amputait chaque jour.

» Certaines tribus de l'Éthiopie, d'après M. d'Abbadie, prétendent réparer les os de leurs blessés en greffant à leur place des os de veau; nous avons retrouvé la même tradition en Algérie, avec cette différence seulement que l'on empruntait au chien la matière de la greffe. Mais ce sont probablement des erreurs populaires qui ne méritent pas plus de crédit que l'histoire racontée autrefois par Job à Meckreem, relative à la réparation d'une perte de substance du crâne par un os de chien.

» Ce n'est pas dans cette transplantation entre sujets d'espèces différentes que la Chirurgie pourra trouver des ressources nouvelles : c'est dans la transplantation d'os humains et surtout d'os de jeunes sujets, transplantations qui seront d'autant plus praticables qu'on pourra, à défaut d'un os pris sur un autre sujet, faire subir pour ainsi dire sans danger, à l'aide de la méthode antiseptique, des pertes de substance à certaines parties du squelette du sujet même qui aura besoin de matière ostéoplastique.

» Le périoste est le tissu de l'os qui est le plus apte à se greffer. Nous avons plusieurs fois greffé des lambeaux de périoste humain sur des plaies granuleuses, et, malgré l'exposition à l'air d'une des faces du lambeau transplanté, la greffe s'est effectuée pour la totalité du tissu transplanté. Mais avec le pansement de Lister nous pouvons aller plus loin, comme le prouve le fait de M. Mac Ewen, et comme le prouvent aussi les greffes de frag-

ments osseux complètement détachés ou tenant à peine par quelques filaments périostiques ou médullaires, abandonnés dans un foyer de fracture. Si l'on peut prévenir la suppuration (et l'on obtient souvent ce résultat à l'aide du pansement de Lister), la greffe s'opère; le fragment osseux se soude et reprend ses adhérences avec les tissus vasculaires qui l'entourent.

» Mais cette greffe sera bien plus facile avec des lambeaux osseux régulièrement taillés et placés dans une loge méthodiquement délimitée avec le bistouri, sous les irrigations ou le nuage phéniqués, au milieu de tissus sains et non contusionnés.

» Les conditions de persistance et d'accroissement ultérieur de tissu osseux transplanté à distance ont été déjà déterminées par nos expériences antérieures et démontrées par les pièces que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie de 1859 à 1861. Je rappellerai à cet égard que les *transplants* devront, lorsqu'on aura le choix, être pris sur des sujets jeunes, c'est-à-dire devront être constitués par des tissus ayant encore un grand accroissement en puissance. C'est dans ces conditions que la prolifération cellulaire, effective au point de vue de l'augmentation de la masse, sera la plus abondante. Ce sont surtout les éléments de la couche ostéogène du périoste, organe de l'accroissement de l'os en épaisseur, qui contribueront à ce résultat utile; mais il ne faut pas se laisser aller à des illusions eu égard à cet accroissement.

» Nous déterminerons les limites probables de cet accroissement dans une prochaine Communication. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Phénomènes microscopiques de la contraction musculaire. Striation transversale des fibres lisses.* Mémoire de M. Ch. Rouget. (Extrait par l'auteur).

« Dans un travail antérieur [1], j'ai indiqué que souvent on aperçoit, sur les muscles lisses de la vie animale des Invertébrés à l'état vivant, des bandes alternativement claires et obscures, présentant de grandes analogies avec de véritables stries transversales; que cette même striation transversale peut s'observer également, dans certains cas, dans les faisceaux de fibres

---

[1] *Mémoire sur les tissus contractiles et la contractilité* (*Journal de la physiologie de l'Homme et des Animaux*, 1863).

lisses du dartos chez l'Homme et dans ceux du gésier des Gallinacés. J'ai fait de plus représenter (*fig.* 5, *Pl. VIII*), d'après une photographie d'une de mes préparations, une fibre-cellule du rétracteur du pharynx de l'*Helix hortensis*, striée transversalement de bandes alternativement claires et obscures : apparences dont j'attribue la cause aux ondulations de la fibre, qui se produisent au moment de la contraction ultime qui constitue la rigidité. J'ai eu pour but, dans les recherches dont j'expose ici les résultats, de déterminer les conditions dans lesquelles apparaît cette striation des fibres lisses, et le mécanisme de sa production, tant dans les muscles lisses de la vie animale des Invertébrés que dans ceux de la vie organique chez les Vertébrés.

» Lorsque les muscles à fibres lisses sont en état de relâchement complet, soit pendant la vie, soit après la mort, les fibres-cellules sont toujours lisses. La striation ne s'observe que sur les muscles vivants et en état de contraction.

» Quand un faisceau de fibres lisses pris sur l'animal vivant est dissocié dans un liquide, quel qu'il soit, les fibres se brisent habituellement en fragments; un certain nombre présentent des stries claires et obscures, soit dans toute leur longueur, soit par places; d'autres fragments, devenus plus courts et plus épais, restent lisses. Ces états divers sont le résultat de l'agonie des fibres lisses, qui sont tuées par le contact et l'imbibition des liquides étrangers à leur constitution normale, et présentent, avant de mourir, des contractions partielles, irrégulières et désordonnées, ces *ondes de contraction* confondues trop souvent avec la contraction normale et fonctionnelle, dont elles diffèrent absolument.

» On peut provoquer une contraction tonique, régulière et normale des muscles lisses de la vie animale, chez les Invertébrés, par une section faite sur l'animal vivant perpendiculairement à la direction des fibres de ces muscles (muscle adducteur des valves des Moules, des Anodontes, partie lisse de ce même muscle chez les Pecten, muscles rétracteurs des tentacules des Holothuries, etc.). Le fragment de muscle sectionné se contracte d'une manière lente et soutenue, et, s'il est complètement séparé de ses attaches, le raccourcissement atteint la moitié et même les deux tiers de sa longueur primitive. On peut encore provoquer ou accroître cette contraction permanente par des excitations mécaniques qui ont une action très énergique sur les muscles lisses tant de la vie animale que de la vie organique, ou par les excitations intermittentes d'un courant d'induction. Si l'on enlève alors un petit fragment ou une couche mince de ces muscles vivants et

contractés, que l'on soumet à l'examen microscopique, en évitant toute distension ou compression des faisceaux et des fibres, on constate que l'ensemble de toutes les fibres présente une striation transversale très nettement accusée. Cette striation est produite par l'alternance de bandes obscures de $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$ de largeur, séparées par des bandes claires de même dimension. La régularité et la symétrie de ces stries est parfaite, les stries de même ordre étant toutes au même niveau dans les fibres contiguës d'une même couche. Les fibres lisses contractées peuvent être fixées dans cet état par l'alcool absolu, ou conservées dans l'eau faiblement alcoolisée (25 pour 100), qui permet d'isoler facilement, au bout de quelques jours, des fibres-cellules striées.

» Mais les manœuvres de dissociation des fibres lisses contractées et striées ont toujours pour conséquence une altération, un effacement partiel ou même total de la striation. Tandis que dans les faisceaux de fibres intacts la striation conserve toute sa netteté et sa régularité, les fibres-cellules isolées ne conservent la striation que dans une partie de leur longueur, le plus souvent dans la partie moyenne, où elles sont redevenues complètement lisses. Aux extrémités des faisceaux rompus, les extrémités des fibres qui ont subi une tension violente sont lisses; les parties de la fibre qui sont encore en place dans le faisceau ont conservé la striation. Toutes les formes de transition que l'on observe dans ces préparations, entre les fibres ou les parties de fibres qui restent striées et celles qu'une distension mécanique a ramenées à l'état lisse, démontrent avec une entière évidence que la striation des fibres lisses à l'état de contraction est due à ce que, dans l'acte de la contraction, la fibre se plisse sur elle-même et présente alors des saillies alternant avec des dépressions qui, vues de face, se traduisent par des stries alternativement claires et obscures, et vues de profil, par des angles alternativement saillants et rentrants en forme de zigzag ou de courbe sinueuse.

» Les fibres-cellules, observées dans la lumière polarisée, sont, à l'état lisse, uniformément biréfringentes; à l'état de contraction, au contraire, elles présentent, dans le champ obscur, une alternance de bandes brillantes et de bandes obscures, ou, si l'on interpose une lame sensible donnant la teinte pourpre, une alternance de bandes pourpres et de bandes bleues ou jaunes, suivant l'orientation. Lorsqu'une fibre lisse est accidentellement et grossièrement plissée, on observe au niveau de ces plis la même alternance de bandes isotropes et anisotropes.

» Les fibres lisses du muscle adducteur des valves de Mollusques acé-

phales (Moules) peuvent, sous l'influence de conditions purement artificielles, acquérir tous les caractères des fibres striées. L'animal vivant étant soumis à l'action de la vapeur d'eau bouillante, les muscles sont tués vers 45° à 50°; leur température propre continuant à s'élever, il arrive un moment où les fibres lisses, se rétractant violemment à une des extrémités du muscle adducteur, se détachent de la coquille. Les fibres lisses de cette extrémité, mortes et crispées par l'action de la chaleur, comme un cheveu au voisinage d'une flamme, acquièrent, par suite de cette action purement physique, une striation tellement fine et régulière qu'elle ne le cède en rien au dessin si délicat et si net de la striation des fibrilles de l'aile des Insectes et possède les mêmes apparences dans la lumière ordinaire, les mêmes propriétés dans la lumière polarisée.

» Une fibre qui a perdu toute contractilité peut donc encore acquérir toutes les particularités de structure et les caractères optiques des fibres striées, à la seule condition qu'une cause, quelle qu'elle soit, y produise des plissements fins et réguliers.

» Si les fibres lisses peuvent devenir striées par suite du plissement qui constitue le mécanisme même de leur contraction physiologique, les fibres striées, comme je le montrerai dans une prochaine Communication, peuvent devenir complètement lisses dans une extension forcée, soit naturelle, soit artificielle, et les conditions mécaniques de leur contraction se réalisent par un plissement semblable à celui qui se manifeste dans les fibres lisses contractées. »

CORRESPONDANCE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les lois thermiques de l'étincelle excitatrice des condensateurs.* Note de M. E. Villari, présentée par M. Jamin.

« J'appelle *étincelle excitatrice* d'une décharge d'un condensateur celle qui se produit contre l'excitateur, tandis que j'appelle *étincelle conjonctive* celle qui se forme dans une interruption. J'ai exposé ailleurs les propriétés de cette dernière. Pour étudier la chaleur de l'étincelle excitatrice, j'ai construit un *thermomètre excitateur*, consistant en un excitateur renfermé dans un ballon de verre. Au moyen de deux tubulures, ce ballon était soutenu par deux bandes d'ébonite, sur lesquelles il pouvait tourner autour d'un axe horizontal et fermer le circuit d'une batterie, à laquelle il était relié au moment de la décharge; l'étincelle éclatait dans le ballon. La chaleur développée était mesurée par le déplacement d'un index de glycérine et d'eau

contenu dans un tube de verre vertical annexé au ballon. En expérimentant avec cet appareil pour différentes charges données à une même batterie, j'ai obtenu comme résultat moyen et dans les limites de mes recherches :

» *Que la chaleur développée par l'étincelle excitatrice unique est à très peu près proportionnelle au carré des charges.*

» Cette loi n'est pas générale, car les expériences que je viens d'indiquer sont compliquées par divers phénomènes.

» En premier lieu, il faut remarquer que le verre des bouteilles ne retient pas toujours bien les charges électriques. J'ai en effet rencontré des bouteilles que je ne pouvais pas charger. Il est nécessaire de choisir les bouteilles et de les enduire d'un bon vernis de laque.

» En second lieu, j'ai noté qu'en expérimentant avec des potentiels élevés il se produit dans les bouteilles des décharges intérieures énergiques et il y a production de chaleur au détriment de celle qui accompagne l'étincelle excitatrice extérieure.

» Enfin, les parties articulées de l'excitateur renfermé dans le ballon n'étant pas en contact parfait, il se produit des étincelles (comme le démontrent les érosions que l'on y rencontre) qui développent de la chaleur; cette chaleur, ne pouvant se communiquer immédiatement à l'air du ballon, trouble gravement les indications. Pour cette raison j'ai modifié le thermomètre excitateur de la manière suivante. J'ai fixé le ballon et j'ai soudé l'électrode à la tige avec laquelle il était d'abord articulé; je déplaçais celle-ci, dans son bouchon de liège, qui fermait hermétiquement le ballon, avec un petit bâton de verre et de manière à approcher ou à éloigner l'une de l'autre les deux électrodes. En faisant usage de ce nouveau thermomètre et en opérant avec toutes les précautions possibles, j'ai répété les expériences sur les étincelles excitatrices qui se produisent entre des fils de platine, et j'ai obtenu des résultats concordants, que l'on peut résumer comme il suit :

» 1° *La chaleur de l'étincelle excitatrice augmente plus rapidement que la troisième puissance des charges pour un petit potentiel.*

» 2° *Elle augmente comme les carrés des charges pour un potentiel moyen.*

» 3° *Elle augmente à peu près comme les charges pour un potentiel très élevé.*

» Il est probable qu'il y a lieu de tenir compte de l'influence des décharges intérieures; comme je l'ai démontré ailleurs [1], elles sont très petites

---

[1] VILLARI, *Accad. di Bologna*, t. II, p. 101 (1880), et *Comptes rendus*, t. XCII, p. 872 (1881).

pour les petits potentiels et elles augmentent rapidement avec le potentiel.

» J'ai étudié ensuite comment variait la chaleur produite par l'étincelle avec la quantité d'électricité, le potentiel restant constant; j'ai trouvé que *la chaleur de l'étincelle excitatrice unique croît un peu moins vite que la charge quand le potentiel est constant.* Plus exactement, quand la charge augmente de 1 à 2, la chaleur produite par l'étincelle augmente dans le rapport de 1 à 1,77.

» J'ai fait varier ensuite le potentiel d'une charge constante, que j'ai accumulée dans un nombre variable de bouteilles, et j'ai démontré que la chaleur de l'étincelle excitatrice unique :

» 1° *Augmente plus rapidement que les potentiels quand ils sont petits;*

» 2° *Augmente comme les potentiels quand ils sont moyens;*

» 3° *Augmente beaucoup moins, ou même décroît, quand les potentiels croissent si ceux-ci sont très élevés.*

» Ces différents effets dépendent aussi des décharges intérieures. En me bornant aux petits potentiels j'ai trouvé que, si l'on augmente le potentiel de 1 à 2 (12 de mes charges électrométriques furent d'abord distribuées à 24 puis à 12 bouteilles égales), la chaleur de l'étincelle croît dans le rapport de 1 à 3,81.

» En résumé, pour de petits potentiels on peut dire que, lorsque dans un condensateur on fait croître en même temps et dans les mêmes proportions la charge et le potentiel (comme il arrive lorsqu'on augmente la masse électrique dans la même batterie) dans le rapport de 1 à 2, la chaleur de l'étincelle doit augmenter, d'après les résultats précédents, dans la proportion de 1 à $1,77 \times 3,81$, c'est-à-dire de 1 à 6,74. Cette méthode indirecte permet, quand on connaît la chaleur développée par l'étincelle produite par une charge 1, de déterminer celle qui serait produite par une charge 2, accumulée dans le même condensateur.

» Mes expériences montrent qu'il y a un accord complet entre la quantité de chaleur déterminée par des mesures directes et celle que l'on calcule d'après la méthode indirecte.

» La loi des surfaces des condensateurs est évidemment en relation intime avec celle des potentiels; aussi nous distinguerons pour les surfaces les trois cas que nous avons indiqués pour les lois des potentiels.

» De ce qui précède il résulte que, pour un potentiel déterminé d'une charge donnée, la chaleur développée par elle se partage entre l'étincelle intérieure et l'excitatrice externe, de manière que, dans cette dernière, elle

augmente proportionnellement aux carrés des charges et en raison inverse de la surface des condensateurs.

» Ces lois, qu'on pourrait nommer *lois limites de l'étincelle,* sont les mêmes lois qui conviennent aux fils métalliques. Aussi peut-on dire, dans les limites indiquées ci-dessus, que :

» *La chaleur développée par l'étincelle est proportionnelle à la quantité d'électricité multipliée par l'épaisseur électrique, ou bien encore est proportionnelle à la quantité d'électricité pour la chute du potentiel.*

» Une partie de l'étincelle peut être remplacée par un fil métallique et *vice versa;* il est nécessaire que la somme de tous les autres effets produits par l'étincelle suive les mêmes lois.

» Cependant, entre l'étincelle et les fils il y a, quant aux phénomènes thermiques, une différence essentielle. L'étincelle, à mesure que les charges et les potentiels croissent, augmente aussi en longueur et en section, comme je l'ai autrefois observé; elle peut donc être regardée comme un conducteur variable, dans lequel la chaleur doit être fonction du nombre des molécules gazeuses qui le composent et peut-être de leur température.

» Dans les fils métalliques, qui peuvent être regardés comme des conducteurs fixes, le pouvoir thermique doit être exclusivement fonction de la température. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'oxychlorure de calcium.* Note de M. **André**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai préparé l'oxychlorure de calcium cristallisé en faisant bouillir, comme l'a indiqué H. Rose (*Annales de Poggendorff,* t. XCIII, p. 612), une dissolution de chlorure de calcium avec de la chaux éteinte. Il se dépose par refroidissement de longues aiguilles que j'ai séchées sur du papier, ne pouvant les purifier ni par l'eau ni par l'alcool, lesquels décomposent immédiatement l'oxychlorure. H. Rose lui a donné la formule CaCl, 2CaO, 15HO. M. Ditte, qui a dernièrement repris l'étude de ce composé (*Comptes rendus,* t. XCI, p. 576) au point de vue de sa stabilité au sein d'une solution de chlorure de calcium, lui a donné la formule CaCl, 3CaO, 16HO. C'est cette dernière formule que j'adopte; la facile altérabilité de ce produit sous l'influence de l'acide carbonique et de l'humidité de l'air ne permettant pas d'atteindre une grande précision analytique.

» J'ai mesuré la chaleur de formation de cet oxychlorure cristallisé en

le dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu ($\frac{1}{4}$ d'équivalent par litre).

» La réaction est la suivante :

$3HCl + 3CaO$	dégage	$+ 69^{Cal}$
$CaCl + nHO$	»	$+ 8^{Cal},7$

De la somme de ces deux nombres, si l'on retranche la chaleur de dissolution de

$CaCl, 3CaO, 16HO + 3HCl$, qui dégage .... $+ 31^{Cal},697$

on a pour la chaleur de combinaison, à partir du chlorure de calcium et de la chaux solides :

$CaCl + 3CaO + 16HO$ dégage .... $+ 46^{Cal},003$ (eau liquide) $+ 34^{Cal},563$ (eau solide)

» J'ai ensuite desséché dans le vide ce composé, qui a perdu 40,9 pour 100 de son poids et dont la formule est alors $CaCl, 3CaO, 3HO$.

» Sa chaleur de formation a été mesurée comme précédemment :

$3HCl + 3CaO$	dégage	$+ 69^{Cal}$
$CaCl + nHO$	»	$+ 8,7$
$CaCl, 3CaO, 3HO + 3HCl$	»	$+ 48,87$

d'où, pour la chaleur de combinaison,

$CaCl + 3CaO + 3HO$ dégage .... $+ 28^{Cal},83$ (eau liquide) $+ 26^{Cal},685$ (eau solide).

» J'ai ensuite fondu ensemble $1^{éq}$ de chlorure de calcium anhydre et $1^{éq}$, puis $2^{éq}$, puis $3^{éq}$ de chaux vive pure : les corps ainsi obtenus sont extrêmement avides d'eau et très difficiles à pulvériser. Leur chaleur de formation est la suivante :

$CaCl + CaO$	dégage	$+ 3^{Cal},652$
$CaCl, 2CaO + 2HCl$	»	$+ 49^{Cal},763$

d'où

$CaCl + 2CaO$	dégage	$+ 4^{Cal},937$
$CaCl + 3CaO$	»	$+ 4^{Cal},103$

» Les nombres qui expriment les chaleurs de combinaison de ces trois derniers composés anhydres sont très voisins les uns des autres, et peut-être identiques dans les limites d'erreur des expériences.

» On déduit de là que l'union de l'eau avec l'oxychlorure anhydre dégage

$CaCl, 3CaO + 3HO$ (eau solide)	$+ 23^{Cal},6$
$CaCl, 3CaO + 16HO$ (solide)	$+ 30,46$
$CaCl, 3CaO, 3HO + 13HO$ (solide)	$+ 7,88$

» Cette dernière quantité surpasse la chaleur d'hydratation du chlorure de calcium, ce qui explique la formation de l'oxychlorure en présence de l'eau. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du protoxyde de plomb sur les iodures alcalins.* Note de M. A. DITTE.

« L'hydrate de protoxyde de plomb est immédiatement attaqué par une solution d'iodure de potassium, et transformé en un oxyiodure, 2(PbI, PbO)HO, que l'on peut obtenir très bien cristallisé. Cette réaction est conforme aux données de la Thermochimie; en effet, si l'on considère : PbOHO sol. + KI dissous = KOHO dissous + PbI solide, le système du premier membre correspond à $26^{cal},7 + 74^{cal},7 = 101^{cal},4$, celui du second à $82^{cal},3 + 21^{cal} = 103^{cal},3$ (*Mécanique chimique*, t. I, p. 376-380); ce dernier prendra donc naissance en vertu du principe du travail maximum, et cela d'autant mieux qu'il se produira non seulement de l'iodure, mais de l'oxyiodure de plomb, dont la formation est certainement exothermique, eu égard à sa grande stabilité. Cependant la réaction n'est jamais complète; toujours il reste de l'iodure alcalin en dissolution, quelle que soit la proportion d'oxyde de plomb employée, car la potasse qui se forme est capable de décomposer à son tour l'iodure de plomb en donnant de l'oxyiodure; il est aisé de le constater directement, et d'autre part le système KOHO diss. + 2PbI sol. correspond à $82^{cal},3 + 42^{cal} = 124^{cal},3$, le système KI dissous + PbI, PbO, HO sol. à $74^{cal},7 + 26^{cal},7 + 21^{cal} = 122^{cal},4$, auxquelles il faut ajouter la chaleur de formation de l'oxyiodure : il suffit que cette dernière soit égale à $1^{cal},9$ pour que le second système de corps doive se produire. Ainsi, dans la même liqueur on peut avoir : 1° décomposition de l'oxyde de plomb par l'iodure de potassium avec formation de potasse et d'oxyiodure toujours en partie dissocié; 2° décomposition de l'iodure de plomb par la potasse avec production d'oxyde de plomb et d'iodure alcalin. Ces deux réactions inverses, possibles entre les divers éléments mis en présence, déterminent l'établissement d'un état particulier d'équilibre, et, par des procédés qu'il serait trop long d'exposer ici, on arrive à constater qu'à une température déterminée et constante il existe une infinité de proportions d'iodure de potassium et de potasse capables de se tenir respectivement en équilibre, vis-à-vis de l'oxyde et de l'iodure de plomb. Ces quantités correspondantes peuvent être envisagées comme coordonnées d'un point du plan, et alors les différents groupes donnent

des points dont l'ensemble constitue une courbe parfaitement régulière, qui représente entièrement le phénomène à la température de l'expérience. Toute réaction cesse dans la liqueur quand celle-ci renferme des poids de potasse et d'iodure alcalin correspondant à un des points de cette courbe, et si, une fois l'équilibre établi, on vient à le rompre par l'addition soit de potasse, soit d'iodure, il y a décomposition nouvelle d'iodure de plomb dans le premier cas, d'oxyde dans le second, jusqu'à ce que les quantités d'iodure alcalin et de potasse libres se rapportent à un autre point de la courbe d'équilibre; toute réaction cessera dès lors et le nouvel état d'équilibre persistera autant que les circonstances dans lesquelles il se sera établi.

» Les choses se passeront ainsi tant que les proportions de potasse et d'iodure alcalin mises en présence ne différeront pas énormément de celles qui correspondent à un même point de la courbe; mais, si la potasse est en très grand excès, l'oxyiodure de plomb Pb I, Pb O sera décomposé avec formation d'un nouvel oxyiodure bien cristallisé Pb I, 5 Pb O, 7 HO, dont j'indiquerai ailleurs les circonstances de formation et les propriétés. Dès que ce dernier sera possible, les choses se passeront exactement comme il vient d'être dit, avec cette différence que c'est lui qui prendra naissance et que toujours, à la même température, le poids de potasse capable de contrebalancer l'action d'un poids donné d'iodure alcalin sera supérieur à celui qui produit le même effet dans les liqueurs plus étendues, où l'oxyiodure Pb I, Pb O peut seul se former.

» Les réactions qui précèdent ont lieu en vase clos; si l'on opère au contact de l'air, c'est tout autre chose : l'oxyde de plomb et la potasse altèrent l'acide carbonique de l'atmosphère, et les carbonates qui se forment viennent participer à l'action. Le carbonate de plomb n'est pas attaqué à la température ordinaire par l'iodure de potassium, même en excès; mais si l'on fait intervenir l'acide carbonique libre qui dissout le carbonate, ce dernier est bientôt transformé en belles aiguilles blanches de l'iodure double Pb I, KI, 4 HO; on a, en effet,

$$CO^2PbO, HO\,\text{sol.} + KI\,\text{diss.} + CO^2\,\text{diss.} = 2CO^2KOHO\,\text{diss.} + PbI\,\text{sol.}$$

Au premier membre correspondent $245^{\text{cal}},2$; au second $248^{\text{cal}},4$ (*Mécanique chimique*, t. I, p. 373, 377, 384, 390, 536); la formation de l'iodure de plomb est donc nécessaire, et cela d'autant mieux que l'iodure formé

se combine à l'iodure de potassium pour donner du PbI, KI, 4HO, dont il faut ajouter au second membre la chaleur de formation.

» Si, au lieu de mettre le bicarbonate de plomb en présence d'iodure de potassium en excès, c'est le sel de plomb qui domine, on voit se former d'abord des cristaux d'iodure de plomb ; mais bientôt la réaction s'arrête, car il se produit du bicarbonate de potasse capable de transformer cet iodure en carbonate avec formation d'iodure alcalin, cela en vertu de la loi du travail maximum. En effet, $2CO^2KO, HO$ dissous + $2PbI$ solide correspond à un dégagement de $269^{cal},4$, tandis que la formation de $2(CO^2PbO, HO)$ solide + $2KI$ dissous en dégage $387^{cal},8$. Dans la liqueur renfermant des carbonates de plomb et de potasse, des iodures de plomb et de potassium et de l'acide carbonique, il y a donc encore deux réactions inverses possibles : décomposition de l'iodure de potassium par le carbonate de plomb, et destruction de l'iodure de plomb par le bicarbonate de potasse. De là résulte nécessairement entre les substances en présence l'établissement d'un certain état d'équilibre. On peut étudier les conditions d'équilibre par deux méthodes différentes qui se contrôlent l'une l'autre, et l'on trouve ainsi qu'à une température déterminée il existe une infinité de proportions d'iodure de potassium et de bicarbonate de potasse capables de s'équilibrer réciproquement vis-à-vis de l'iodure et du carbonate de plomb. Tout ce que nous avons dit précédemment au sujet de la courbe qui, à une température donnée, représente les phénomènes possibles entre la potasse, l'oxyde de plomb et les iodures de ces métaux peut s'appliquer aux réactions qui s'effectuent entre ces mêmes iodures et les carbonates correspondants.

» On comprend donc que dans les conditions de nos expériences, lorsqu'on met en présence des carbonates de potasse et de plomb et de l'iodure de potassium, il pourra se former de l'iodure de plomb ou ne s'en pas produire suivant les proportions relatives des substances que la liqueur renferme. De plus, quand l'iodure de plomb peut prendre naissance, il peut rester tel ou se transformer en iodure double PbI, KI suivant les quantités d'iodure de potassium qu'il rencontrera dans la dissolution. Enfin, si au lieu d'avoir un excès d'iodure de potassium il reste du carbonate de plomb inaltéré, on pourra observer la formation d'un sel double PbI, CO^2PbO, analogue à la phosgénite $PbICl, CO^2PbO$. En définitive, selon les proportions relatives d'iodure et de carbonate de plomb qui resteront non décomposées et non combinées, on obtiendra des mélanges non homo-

gènes, à proportions variables, des divers composés que nous venons de signaler. Dans tous les cas, un excès de carbonate de potasse les ramène à l'état de carbonate de plomb, un excès d'iodure de potassium les transforme en l'iodure double PbI, KI, 4HO.

» On voit, sans qu'il y ait lieu d'insister davantage, à quels phénomènes complexes, mais faciles à analyser, peut donner lieu l'action de l'oxyde de plomb sur l'iodure de potassium quand elle a lieu au contact de l'air; avec l'iodure de sodium tout se passe de même. La connaissance de ces réactions nous conduira à l'analyse de phénomènes encore plus complexes, dont je demanderai prochainement à l'Académie la permission de l'entretenir. »

CHIMIE. — *Sur les carbonates basiques de chaux.* Note de M. F.-M. RAOULT.

« J'ai calciné 200gr de spath d'Islande en cristaux bien purs, dans une capsule de platine, au sein du moufle chauffé au rouge vif d'un fourneau à coupelle. Après expulsion de tout l'acide carbonique, j'ai chauffé cette capsule vers le rouge naissant, au moyen d'une lampe à alcool; puis, je l'ai recouverte d'un entonnoir en verre dont la douille longue et recourbée communiquait, par l'intermédiaire d'une série de tubes pleins de craie, de chlorure de calcium et de chaux vive, avec un grand gazomètre à cloche rempli d'acide carbonique. Comme le gaz arrivait en abondance, son absorption par la chaux contenue dans la capsule fut très énergique et la masse devint rapidement incandescente. Au bout d'une demi-heure, bien que la lampe à alcool continuât à brûler, le contenu de la capsule avait cessé d'être rouge et semblait revenu à la température initiale. L'expérience fut alors interrompue et la capsule pesée. La chaux avait repris, à peu près exactement, *la moitié* de l'acide carbonique qui avait été chassé au rouge vif. Les gros fragments avaient très sensiblement la même composition que les petits. Il ne s'y trouvait aucune trace d'acide chlorhydrique, sulfurique ou silicique.

» Le corps ainsi produit, que j'appelle *carbonate bibasique de chaux* et dont j'ai déjà signalé l'existence, diffère d'un simple mélange de chaux et de carbonate neutre par les propriétés suivantes :

» Abandonné à l'air humide, il ne se délite pas. Placé dans la vapeur d'eau sèche, à 200°, pendant plusieurs heures, il ne s'hydrate pas.

» Réduit en poudre impalpable et gâché avec un peu d'eau, il fait prise en moins d'une heure, comme les ciments hydrauliques, et sans s'échauffer

sensiblement. Le durcissement a lieu dans une atmosphère saturée d'humidité et privée d'acide carbonique, tout aussi bien que dans l'air libre; il a également lieu sous l'eau. Les quelques médailles coulées avec ce produit, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, ressemblent à des médailles en plâtre, mais elles ont plus de dureté.

» Le produit hydraté a pour formule $(CaO)^2, CO^2, HO$. Réduit en poudre et lavé avec de l'eau, il perd peu à peu toute la chaux qui ne peut être retenue à l'état de carbonate neutre.

» Le carbonate bibasique hydraté, chauffé au rouge naissant pendant une heure, perd toute son eau, et, à partir de ce moment, il se comporte comme un simple mélange de chaux et de carbonate neutre. En effet, lorsqu'après l'avoir pulvérisé on le gâche avec de l'eau, il s'échauffe extrêmement et il forme une pâte qui, à l'abri de l'air, conserve indéfiniment le même état.

» J'ai dissous dans 500^{cc} d'acide azotique demi-normal, au sein d'un calorimètre en platine, 5^{gr} de carbonate bibasique de chaux et 5^{gr} d'un mélange de chaux et de carbonate neutre de même composition centésimale. J'ai fait les mêmes expériences sur les mêmes poids des mêmes matières, après les avoir hydratées, et j'ai obtenu les résultats suivants, à la température de 21°. Ces résultats se rapportent aux quantités de matière qui correspondent aux formules chimiques :

	Cal
$(CaO)^2, CO^2$	27,21
$CaO, CO^2 + CaO$	27,18
$(CaO)^2, CO^2, HO$	19,56
$CaO, CO^2, + CaO, HO$	19,62

» En vertu des principes rigoureusement établis par M. Berthelot, ces chiffres conduisent directement aux conclusions suivantes :

» 1° La transformation du carbonate bibasique de chaux en un mélange de chaux et de carbonate neutre n'est accompagnée d'aucun effet thermique.

» 2° L'hydratation du carbonate bibasique de chaux et celle d'un simple mélange de chaux et de carbonate neutre, à équivalents égaux, dégagent sensiblement la même quantité de chaleur.

» La quantité de chaleur qui, dans le Tableau précédent, correspond à la dissolution dans l'acide azotique du sous-carbonate hydraté n'est atteinte qu'après deux jours d'hydratation. Avant ce temps, la chaleur dégagée est supérieure à ce chiffre, ce qui prouve que l'hydratation du carbonate basique de chaux se fait avec une très grande lenteur. L'hydratation d'un

mélange de chaux et de carbonate neutre est au contraire achevée en quelques instants.

» Un carbonate basique de chaux, renfermant à très peu près $3^{éq}$ de chaux pour $2^{éq}$ d'acide carbonique, a été obtenu en chauffant pendant quatre jours, dans un vase de platine, la chaux du spath dans de l'acide carbonique pur, à la pression atmosphérique. Ce composé s'est hydraté en présentant des phénomènes semblables à ceux qui viennent d'être décrits. Après hydratation complète, il correspondait à la formule $3\,CaO, 2\,CO^2, HO$. Réduit en poudre impalpable et gâché avec de l'eau, il a fait prise comme le précédent.

» La propriété de durcir au contact de l'eau s'observe, d'ailleurs, avec tous les carbonates basiques qu'on peut obtenir en chauffant une chaux quelconque, pure ou non, dans de l'acide carbonique, et c'est elle principalement qui caractérise ces sortes de composés. »

CHIMIE. — *Influence de la concentration de l'acide chlorhydrique sur la dissolution du chlorure d'argent.* Note de MM. F. **Ruyssen** et Eug. **Varenne**, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note communiquée le 7 mars dernier à l'Académie, nous établissions que le coefficient de solubilité du chlorure d'argent dans l'acide chlorhydrique, loin de présenter une valeur constante, variait dans une sensible mesure, suivant que l'on diluait ou que l'on concentraît successivement une solution argentique primitivement prise pour type. Nous avons, depuis, reconnu que cette loi est générale, au moins pour les chlorures peu solubles qui ont fait l'objet de nos études. Ainsi, pour le chlorure mercureux, un sel de concentration trois fois plus forte nous a donné les résultats suivants (moyenne de plusieurs expériences), que nous mettons en regard de nos premières constatations.

Quantités d'acide mises en expérience.	Quantités dissoutes		Rapports de solubilité.	
	avec le sel primitif.	avec le sel de concentration triple.	Sel faible.	Sel concentré.
cc 25	gr 0,984	gr 2,515	10,7	4,7
50	1,990	5,734	18,7	4
75	0,947	5,355	46,0	6,7
100	2,437	8,610	13,2	5,6

» On le voit, la marche de la solubilité, sans devenir constante, présente

une irrégularité beaucoup moins grande. Quant au coefficient moyen, il est passé de 22 à 5,3; c'est une augmentation de 410 pour 100.

» En ce qui concerne le chlorure plombique, nous avons constaté que, pour une concentration dix-huit fois plus forte du sel mis en expérience, la solubilité augmente des $\frac{31}{20}$.

» Enfin, après avoir avancé que le chlorure de plomb favorisait la solubilité du chlorure d'argent, nous avons déterminé dans quelle mesure, et reconnu que la solubilité des précipités communs de plomb et d'argent l'emporte de $\frac{1}{5}$ sur la somme des solubilités des deux chlorures respectifs prises isolément. Dans plusieurs expériences, cette quotité s'est maintenue constante.

» Relativement à la solubilité du chlorure d'argent, qui avait été l'objectif initial de nos recherches, nous avons cru devoir poursuivre nos études plus loin, et, par suite, nous sommes aujourd'hui en mesure de dresser l'échelle des solubilités pour des liqueurs dont le titre varie de 0,44 à 128 pour 1000. Voici, sous forme de Tableau synoptique, le résultat comparatif de nos observations :

Titre des liqueurs de nitrate d'argent.	Rapports de solubilité.	Proportion d'eau additionnelle fournie par la solution argentique en dehors de l'eau de constitution de l'acide.
Pour 1000.		Pour 100.
0,44	824	62
0,8	538	55
1	513	53
1,33	497	48
2	352	45
4	236	37
8	164	29
12	136	24
16	126	22
20	129	17
24	163	15
32	124	12
40	137	11
48	115,8	9,4
64	126	6,9
128	144	6,4

» On le voit, si, d'une manière générale, la solubilité du chlorure s'accroît avec la concentration du sel qui l'a produit, cela est surtout vrai pour les dilutions extrêmes, et le phénomène est loin de présenter une

marche régulière et de concorder mathématiquement avec la proportion d'eau additionnelle introduite dans le mélange par la solution argentique. La courbe est même sujette à de nombreux rebroussements.

» Mais la variable n'est pas seulement fonction de la concentration du sel à dissoudre, elle l'est aussi de celle de l'acide dissolvant. Le Tableau ci-après représente les facteurs de ce second problème, tels qu'ils nous ont été fournis par l'expérience, pour une liqueur argentique aux $\frac{4}{1000}$:

Titres des acides.	Rapports de solubilité.
Pour 100.	
40	236
32	290
25	489
20	733
16	1011
10	2586
8	3135
5	5626

» La marche décroissante de la solubilité à mesure que l'acide se dilue est à la fois, on le voit, beaucoup plus rapide et beaucoup moins irrégulière que dans le cas précédent. L'insolubilité paraît assez approximativement tripler quand le titre de l'acide se dédouble.

» Au point de vue pratique, il est intéressant de noter que, pour se préserver des erreurs d'analyse que la solubilité du chlorure d'argent peut occasionner, il importera beaucoup moins de diluer le sel argentique que de diluer l'acide ([1]). »

CHIMIE. — *Action des acides arsénique et phosphorique sur les tungstates de soude.* Note de M. **J. Lefort.** (Extrait.)

« On sait que les acides chlorhydrique, nitrique et sulfurique décomposent en totalité les tungstates alcalins en précipitant de l'hydrate d'acide tungstique, tandis que les acides arsénique et phosphorique se comportent, avec ces sels, comme des acides organiques, en formant des combinaisons diverses qui, sauf celles produites avec l'acide phosphorique, n'ont fait

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire d'analyse de l'École supérieure de Pharmacie, sous la direction de M. L. Prunier.

l'objet d'aucun travail suivi : c'est cette lacune que nous avons voulu combler.

» ACIDE ARSÉNIQUE ET TUNGSTATES DE SOUDE. — *Tungstate neutre.* — Deux solutions froides très concentrées, contenant l'une 1 partie d'acide arsénique, l'autre 4 parties de tungstate neutre de soude, abandonnent, après quelques instants, un dépôt blanc, opaque, demi-solide, très soluble dans l'eau et incristallisable, ayant pour composition

$$AsO^5, 2NaO + 3(TuO^3), NaO + 20HO,$$

c'est-à-dire un sel double composé d'arséniate et de tritungstate de soude; mais, si l'on chauffe le mélange, on produit en outre de l'acide métatungstique qui reste dans l'eau mère.

» *Bitungstate de soude.* — A froid comme à chaud, le bitungstate de soude et l'acide arsénique, dans la proportion de 4 parties de sel pour 1 partie d'acide, fournissent du tritungstate de soude et de l'acide métatungstique en cristaux octaédriques qui contiennent $9^{éq}$ d'eau.

» Mais, si l'on augmente la proportion d'acide arsénique (1 partie d'acide pour 2 parties de sel), et si l'on maintient pendant un certain temps l'ébullition du mélange, en renouvelant l'eau à mesure qu'elle s'évapore, on remarque que le liquide acquiert une teinte jaunâtre, sans produire de dépôt. Par la concentration de la liqueur, on obtient une masse de cristaux lamelleux, très fins, comme micacés, groupés en forme de champignons jaunâtres, et très solubles dans l'eau et l'alcool.

» L'acide métatungstique qui se forme dans cette circonstance, purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool, représente une modification isomérique de l'acide métatungstique déjà connu. Ainsi sa teinte est toujours jaunâtre, et, s'il précipite les alcaloïdes, comme l'acide métatungstique ordinaire, les produits insolubles sont toujours jaunes; enfin il cristallise d'une manière spéciale et ne renferme que $7^{éq}$ d'eau.

» L'analyse de ses sels de quinine et de plomb nous a montré qu'il n'était pas un composé d'acide arsénique et d'acide métatungstique, comme on pourrait le supposer *a priori*.

» L'acide métatungstique jaune est si bien un acide spécial du tungstène et isomère de l'acide métatungstique déjà connu, qu'on le reproduit encore avec l'acide phosphorique, et nous proposons de lui donner le nom d'*acide métalutéotungstique*.

» ACIDE PHOSPHORIQUE ET TUNGSTATES DE SOUDE. — Les acides phosphotungstiques décrits par M. Schlieber ont reçu des développements tels,

que nous n'avons pas cru utile de les soumettre à un nouvel examen : nous ne nous occuperons que des faits qui ont échappé à la sagacité de ce savant.

» *Tungstate neutre.* — Une solution froide de tungstate neutre de soude, saturée exactement par l'acide phosphorique, donne un mélange de phosphate et de tritungstate de soude, en vertu de cette équation

$$PhO^5Aq + 3(TuO^3, NaO) = PhO^5, 2NaO + 3(TuO^3)NaO + Aq.$$

» Si la réaction a lieu à chaud et avec un léger excès d'acide phosphorique, on produit le composé phosphotungstique signalé par M. Schlieber.

» *Bitungstate.* — 1 partie d'acide phosphorique et 2 parties de bitungstate de soude dissous dans de l'eau, et la solution maintenue en ébullition jusqu'à ce qu'elle ait acquis une coloration jaunâtre, donnent l'acide métalutéotungstique, ayant toutes les propriétés de celui que l'on obtient avec l'acide arsénique. L'analyse des sels jaunes qu'il forme avec la quinine et l'oxyde de plomb m'a de nouveau indiqué que l'acide phosphorique était absolument étranger à la constitution de l'acide métalutéotungstique.

» Pour le dosage des tungstates et de l'acide métatungstique sous ses deux formes isomériques, nous avons mis à profit la propriété que possèdent les divers acides tungstiques de précipiter complètement la quinine de ses solutions acides; en un mot, nous avons renversé la réaction signalée par M. Schlieber pour la recherche qualitative des alcaloïdes, et nous en avons fait un mode d'analyse quantitative.

» Pour cela, la solution de tungstate ou d'acide métatungstique a été précipitée par l'acétate acide de quinine. Le dépôt, suffisamment lavé à l'eau froide, dans laquelle il est très peu soluble, a été ensuite séché à l'étuve, placé dans un creuset de platine et chauffé au rouge avec quelques gouttes d'acide nitrique; une fois la quinine détruite, on obtient l'acide tungstique, que l'on pèse.

» Ce procédé, indépendamment de sa grande exactitude, a encore l'avantage de faire connaître l'état atomique d'un tungstate, parce que l'acide tungstique, en s'unissant à la quinine, conserve l'atomicité qui lui est propre. Ainsi, le mono, le bi, le tri ou le métatungstate de soude fournissent des tungstates quiniques absolument correspondants, et leur analyse indique, par le poids du résidu qu'ils laissent après leur décomposition, à quel état atomique ils appartiennent, et même s'ils sont des sels purs ou des mélanges entre plusieurs tungstates. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les monamines tertiaires : action de la chaleur sur le bromure d'allyltriéthylammonium.* Note de M. E. REBOUL.

« On admet généralement que les bromures d'ammonium quaternaires soumis à l'action de la chaleur, soit seuls, soit en présence de la potasse, se dédoublent en un bromure de l'un des radicaux alcooliques et une ammoniaque tertiaire, qui se recombinent en proportion variable, suivant les cas, dans le récipient, pour reproduire le bromure générateur.

» D'après ce que j'ai observé pour le bromure d'allyltriéthylammonium, j'ai lieu de croire que ce dédoublement doit être, dans la plupart des cas, beaucoup plus compliqué. Ce bromure, que j'ai fait connaître dans une précédente Communication, se scinde en effet en un assez grand nomb de corps lorsqu'on le distille en présence d'un peu d'eau ou avec de la potasse. Voici les faits :

» I. Du bromure d'allyltriéthylammonium humide est introduit dans une cornue tubulée à l'émeri, dont le col s'engage hermétiquement dans un récipient également tubulé, armé d'un tube abducteur pour recueillir les gaz. Le sel fond d'abord sous l'action de la chaleur, puis il se décompose avec effervescence gazeuse évidente. Avec de l'eau, il passe divers produits qui se condensent dans le récipient refroidi, et l'on recueille un gaz dont le dégagement persiste jusqu'à la fin. Dans le récipient on trouve deux couches : l'une aqueuse, inférieure ; l'autre huileuse, supérieure. Si, quand toute l'eau a disparu, ce qui est facile à constater par l'apparition de fumées blanches dans la cornue et la formation de cristaux dans son col, on change de récipient : on constate que la plus grande partie de ce qui distille se prend presque en entier dans le récipient en une masse cristalline du bromure primitif, régénéré par la recomposition du bromure d'allyle et de la triéthylamine produits. C'est le dédoublement connu, dédoublement qui s'opère d'ailleurs dès le début, en présence de l'eau, car, dans la couche aqueuse condensée, il est aisé de constater la présence de ce bromure par le nitrate d'argent fortement acidifié par l'acide nitrique. D'ailleurs, elle le laisse cristallisé comme résidu par évaporation au bain-marie.

» Le gaz recueilli ne contient pas trace d'allylène. Il est totalement absorbé par le brome. Le bromure obtenu se prend au bout de quelques minutes, et en entier, en une masse cristalline solide lorsqu'on le plonge dans la glace. C'est donc du bromure d'éthylène, et le gaz est de l'éthylène.

» Le liquide condensé dans le récipient refroidi est, comme on l'a dit

plus haut, composé de deux couches: l'une inférieure, aqueuse, alcaline et contenant en dissolution du bromure d'allyltriéthylammonium et des ammoniaques; l'autre supérieure, fortement alcaline et contenant en outre des bromures alcooliques. On agite le tout à plusieurs reprises avec de l'acide chlorhydrique étendu, qui donne d'épaisses fumées et prend toutes les bases (α). La couche huileuse, primitivement surnageante, devient alors beaucoup plus lourde que la liqueur aqueuse. Elle est séparée et traitée peu à peu, dans de la glace, par le brome qui s'y combine énergiquement. Après s'être débarrassé du brome en excès par la potasse et séché, on distille; il passe d'abord un liquide très volatil, qui, après une rectification, fournit du bromure d'éthyle bouillant de 42° à 44°. Sa proportion est comprise entre le tiers et les deux cinquièmes du tout.

» Le point d'ébullition monte ensuite de plus en plus rapidement à 210°. De 215° à 220° on recueille du tribromure d'allyle (tribromhydrine). Il ne reste alors presque plus rien.

» Le liquide lourd laissé par le traitement à l'acide chlorhydrique est donc un mélange de bromure d'éthyle et de bromure d'allyle.

» (α) La liqueur aqueuse chlorhydrique qui contient les chlorhydrates des bases produites, ainsi que du bromure d'allyltriéthylammonium régénéré, est distillée aux deux tiers après addition d'un excès de potasse, et les produits sont soigneusement condensés dans l'eau. On sursature par l'acide chlorhydrique et on évapore en consistance sirupeuse; puis on ajoute à froid du chlorure platinique à 25 pour 100. Par concentration et refroidissement, belle cristallisation d'un sel orangé rouge qui, par sa forme cristalline et sa composition, est du chloroplatinate de diéthylamine :

	Trouvé.		
	I.	II.	Théorie.
Platine..............	35,34	35,40	35,40

» La liqueur mère concentrée ne donne plus de cristaux par refroidissement. Concentrée davantage (il y a excès de chlorure platinique), elle donne par l'alcool absolu un précipité abondant de paillettes jaune d'or, très solubles dans le chlorure platinique, ainsi que dans l'eau chaude, beaucoup moins dans l'eau froide, presque insolubles dans l'alcool absolu froid, assez peu dans l'alcool absolu bouillant, d'où cependant on peut les faire cristalliser. Les cristaux obtenus par l'eau employée comme dissolvant sont opaques et mamelonnés. Comme ceux de l'alcool, ils fournissent comme platine des nombres voisins de ceux exigés par le chloroplatinate

d'allylamine [1], quoique notablement au-dessous, ce qui s'explique par la présence visible à l'œil nu de cristaux orangé rouge de chloroplatinate de diéthylamine. En tout cas, il n'est pas douteux qu'on n'ait affaire à un chloroplatinate riche en chloroplatinate d'une ammoniaque *primaire*.

» Il résulte des faits que je viens d'exposer que le bromure d'allyltriéthylammonium, chauffé en présence d'un peu d'eau, donne :

» 1° De la triéthylamine, de la diéthylamine et une ammoniaque primaire (probablement de l'allylamine); 2° du bromure d'éthyle et du bromure d'allyle; 3° de l'éthylène.

» Ces productions sont trop faciles à interpréter pour que je m'y arrête.

» II. En présence de la potasse, les résultats sont à peu près les mêmes, quoique un peu plus compliqués. La potasse en solution concentrée ajoutée au bromure de triéthylallylammonium sépare d'abord une couche huileuse qui, enlevée et additionnée de potasse solide en excès, abandonne un peu d'eau à la potasse et se prend en une masse solide de bromure inaltéré.

» Si l'on distille, on obtient les mêmes produits que ceux qui viennent d'être décrits. En outre, le mélange des bromures d'éthyle et d'allyle séparés par l'action de l'acide chlorhydrique semble contenir dans ce cas de l'éther éthylallylique. Il en exhale l'odeur forte caractéristique, et, lorsqu'on traite par le brome, au lieu d'avoir comme précédemment, quand le bromure d'éthyle a passé, du tribromure d'allyle bouillant de 215° à 220°, on constate qu'à partir de 205° une décomposition très marquée, avec dégagement de HBr et dépôt volumineux de charbon, a lieu. Cette décomposition tient très probablement à la présence du dibromure d'éther éthylallylique, que la distillation, comme on sait, détruit en très grande partie.

» La formation de l'éther éthylallylique impliquerait forcément la production d'alcool éthylique ou d'alcool allylique, qui, en présence de la potasse et du bromure d'allyle pour le premier ou du bromure d'éthyle pour le second (bromures qui ont été isolés tous deux), fourniraient le composé en question. »

---

(1)

	Platine.
Cristaux de l'alcool	36,7
» de l'eau	36,7
Chloroplatinate d'allylamine	37,4
» de diéthylamine	35,4

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les microzymas de la craie; réponse à la Note de MM.* Chamberland *et* Roux, *du* 6 *juin.* Note de M. A. **Béchamp.**

« Il est facile de vérifier, par toutes mes publications sur les microzymas, que c'est après avoir évité « les causes d'erreur provenant des » germes d'organismes étrangers à la craie, germes de l'air, germes de » l'eau, germes de la surface des vases », que j'ai conclu à la présence des microzymas dans la craie, non sans les avoir vus au microscope.

» L'existence des microzymas géologiques est certaine, et je suis surpris qu'on me fasse encore des objections de la nature de celles que je suis obligé de relever. Dans la Note de 1866 il y a même cette phrase : « ..... Dans les mêmes conditions, le carbonate de chaux pur est sans » action lorsqu'on a pris toutes les précautions pour empêcher le contact » de l'air; mais il y a des cas où la créosote n'empêche pas ces mélanges de » fermenter, ce qui conduit à penser qu'il existe dans l'air des organismes » adultes qui peuvent vivre dans un milieu où la chaux existe. » (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 453.) »

GÉOLOGIE. — *Études sur le terrain houiller de Commentry; sa formation attribuée à un charriage dans un lac profond* [1]. Note de M. H. **Fayol**, présentée par M. Daubrée.

« Il ressortait déjà de mes précédentes Communications qu'il y a une ressemblance frappante entre le terrain houiller de Commentry et certains dépôts lacustres : je rappellerai le fait de l'accumulation de la houille en couches puissantes et irrégulières, la pureté plus grande de la houille dans les amas puissants que dans les parties amincies, la convergence des bancs supérieurs vers la grande couche, la transformation et la disparition graduelle de ces bancs, les ramifications des couches de houille, les bancs venant du mur ou du toit et pénétrant plus ou moins profondément dans la grande couche, la différence de constitution de bancs situés sur un même horizon, la variation du terrain houiller dans la direction du bassin, les failles limitées et tant d'autres particularités du terrain houiller de Commentry, qui sont autant de traits caractéristiques de la sédimentation en eau

(1) *Comptes rendus*, 16 et 30 mai 1881.

tranquille et profonde, dans laquelle les végétaux joueraient le rôle de la houille.

» Dès maintenant je crois pouvoir tirer de mes études la conclusion suivante : *Tous les matériaux qui constituent le terrain houiller de Commentry ont été charriés par les eaux et déposés dans un lac profond pendant une période géologique tranquille.*

» Suivant ce mode de formation, que l'on pourrait appeler *charriage sans affaissements généraux du sol,* les couches de houille auraient été formées, comme les autres sédiments du terrain houiller, par voie de transport. On ne peut guère, d'ailleurs, attribuer à ces couches une origine différente, car elles se relient aux schistes et aux grès par des transitions insensibles; il serait difficile, en effet, de dire à quel moment le banc des Chavais, qui passe graduellement des poudingues au grès, au schiste et à la houille, constitue une couche de houille; de même il serait difficile de préciser où finit la houille et où commence le schiste, en présence d'une série de couches dans lesquelles la proportion des cendres irait en augmentant depuis 2 ou 3 pour 100 jusqu'à 80 ou 90 pour 100.

» La théorie du charriage sans affaissements est donc conforme aux faits actuels et rend bien compte de la constitution du terrain houiller de Commentry, tandis que la théorie de l'horizontalité primitive des dépôts avec affaissements généraux du sol est en désaccord aussi bien avec les faits actuels qu'avec les formations anciennes. Elle repose d'ailleurs sur deux hypothèses inapplicables aux terrains lacustres.

» Examinons ces hypothèses :

» Selon la première hypothèse, *les couches de sédiment se seraient déposées dans une position horizontale, et toutes celles que l'on trouve inclinées sous des angles un peu prononcés auraient été relevées par une action postérieure.*

» Pour établir l'*horizontalité primitive* des dépôts, on s'appuie sur la disposition des galets qui, dans les grès et poudingues, ont généralement le plan de leurs deux plus grands axes parallèle au plan de stratification; mais cette disposition, les galets la prennent, même dans les couches qui se forment sous une inclinaison de 30° à 40°. On s'appuie aussi sur l'existence, à divers niveaux du terrain houiller, de troncs d'arbres fossiles perpendiculaires aux plans de stratification. L'observation attentive de ces fossiles et de nombreuses expériences m'ont prouvé qu'en général ces arbres ont été charriés comme les sédiments au milieu desquels ils se trouvent.

» Dans la seconde hypothèse, on suppose que *le sol à l'époque houillère aurait été soumis à de grands mouvements oscillatoires. Ce serait pendant les périodes*

de stabilité que les végétaux se seraient accumulés, soit au lieu même de leur croissance, soit dans de basses eaux où un courant les portait; puis, grâce aux affaissements, les couches de végétaux auraient été recouvertes de détritus minéraux.

» Cette hypothèse ne résiste pas non plus à l'examen. En effet, les grands mouvements oscillatoires ne peuvent pas produire des dépressions semblables à celle qui a été comblée par le terrain houiller de Commentry ; la dépression existait donc préalablement et a dû se remplir par couches inclinées, à l'embouchure des cours d'eau, et non par couches horizontales ayant toute l'étendue du bassin, et ce mode de sédimentation n'a pas pu être modifié par de grands affaissements généraux contemporains, mouvements dont on n'a d'ailleurs aucune preuve.

» On voit que rien n'oblige à admettre la théorie de l'horizontalité primitive des dépôts avec affaissements généraux du sol. Ajoutons que cette théorie, non seulement ne fournit pas d'explication plausible pour la plupart des particularités du terrain houiller de Commentry, mais qu'elle est en opposition absolue avec quelques-unes de ces particularités, comme la convergence des bancs supérieurs vers les couches de houille ou les bancs traversant obliquement la grande couche, du mur au toit....

» En parlant de cette théorie, on a cherché à expliquer les *ramifications* des couches de houille, en supposant que chaque branche, après sa formation, avait tourné autour de sa ligne de raccordement comme autour d'une charnière; mais c'est faire un véritable abus des cataclysmes que d'invoquer un tel mouvement pour chacune des huit grandes ramifications et pour les nombreuses petites ramifications de la grande couche.

» Il est naturel d'admettre le charriage sans affaissements.

» De grands intérêts industriels sont attachés à une connaissance exacte de la théorie de la formation des terrains houillers. La direction des travaux de recherche en dépend évidemment. Dans l'hypothèse de l'horizontalité primitive des dépôts avec affaissements du sol, on admet pour les terrains lacustres : 1° que toutes les couches ont été parallèles entre elles; 2° que le terrain houiller conserve ses principaux caractères dans toute l'étendue du bassin; 3° que des bancs placés à égale distance d'un horizon sont contemporains; 4° que l'épaisseur totale d'une formation est égale à la somme des épaisseurs de tous les bancs existant dans cette formation, etc. Dans l'hypothèse du charriage sans affaissements, on admet au contraire, pour ces mêmes terrains : 1° que la sédimentation n'a pas formé des couches parallèles, mais convergentes; 2° que les diverses parties d'un

bassin doivent différer beaucoup entre elles; 3° que le synchronisme n'existe pas, au moins sur de grands espaces, pour des bancs placés à égale distance d'un horizon, par exemple pour des bancs situés à la même hauteur au-dessus de la base du terrain houiller; 4° qu'il n'y a rien de commun entre la somme des épaisseurs des bancs d'un terrain houiller et la profondeur du bassin, etc.

» Si, comme je le crois, cette dernière hypothèse est seule vraie, on comprend que les chercheurs de houille qui s'appuyaient sur l'horizontalité primitive des dépôts avec affaissements du sol aient éprouvé dans le centre de la France de nombreuses déceptions, compensées quelquefois, il est vrai, par des découvertes imprévues. »

CHIRURGIE. — *De la transplantation des os. Expériences de transplantation osseuse inter-humaine.* Note de M. **W. Mac Ewen.**

« Tout le monde connaît les expériences de transplantation osseuse faites par M. Ollier, spécialement sur des lapins. Bien que ces expériences paraissent concluantes, Wolf et d'autres observateurs ont cependant contesté les conclusions de M. Ollier, et, conséquemment, on peut en inférer que la transplantation de l'os et l'accroissement subséquent de la substance osseuse n'ont pas encore été démontrés d'une façon convaincante, et que les expériences de M. Ollier ont besoin d'être confirmées.

» Trois questions restent donc à résoudre :

» 1° L'os croît-il après la transplantation, et son volume s'accroît-il d'une addition de particules osseuses? 2° Les faits observés sur les animaux peuvent-ils se produire chez l'homme? 3° La possibilité de l'accroissement de l'os après la transplantation, étant admise comme fait physiologique, peut-elle produire un résultat pratique?

» Au lieu de transplanter l'os en bloc, tel qu'il a été enlevé, je l'ai coupé en petits fragments, pour plusieurs raisons : d'abord parce que le sang épanché dans la loge de réception de ces fragments multiples leur permettra d'établir des connexions vasculaires et leur fournira des éléments nutritifs. Que les leucocytes du caillot de sang puissent se transformer en éléments osseux ou non, le caillot de sang lui-même forme une excellente matrice pour la prolifération des éléments ostéogéniques. De plus, la division de la greffe osseuse-en petits fragments non seulement rend plus certaine leur vitalité individuelle, mais encore donne un plus grand nombre de foyers osseux proliférateurs.

» Voici un cas de transplantation osseuse opérée avec succès sur l'homme pour combler un déficit osseux de $0^m,114$ laissé dans la continuité de l'humérus par une nécrose de cet os, à la suite d'une périostite suppurée de sa diaphyse.

» L'humérus nécrosé a été divisé à sa partie moyenne, et chaque moitié a été retirée de ce qu'on supposait être sa gaîne périostique; mais, au moment du retrait, des doutes ont été exprimés, et l'on s'est demandé si le périoste n'avait pas été en grande partie détruit. Comme résultat, à l'extrémité la plus rapprochée du corps, une masse osseuse s'était formée, d'aspect piriforme, partant de la tête en s'effilant vers un point situé à un pouce trois quarts ($0^m,045$) de la pointe acromiale, de sorte que plus des deux tiers de la tige humérale manquaient. Il n'y avait pas d'autre signe de formation d'os. Pour faire le sillon destiné à recevoir la greffe, j'ai eu à me baser sur les rapports anatomiques pour déterminer la position que devait occuper la greffe, car il n'y avait pas de trace de périoste ou de structure fibreuse pour indiquer la situation antérieure de l'os.

» Des portions d'os humain ont été transplantées à trois reprises différentes. Les greffes étaient prises sur des sujets affectés de courbures antérieures du tibia, auxquels on avait enlevé des portions cunéiformes d'os pour redresser les membres arqués. Ces coins osseux, avec leur périoste, ont été divisés en plusieurs petits fragments, qui ont été immédiatement placés dans le sillon préparé pour les recevoir dans le bras du sujet. Ces petites portions se sont unies ensemble et ont adhéré au sommet de l'humérus en dessus et aux condyles en dessous, formant finalement une tige solide, d'environ un demi-pouce ($0^m,013$) plus courte que l'humérus du côté opposé. Ainsi, par la transplantation de l'os, un bras inutile a été rendu parfaitement utile.

» Quoique le cas ci-dessus ne s'applique qu'à un seul individu, on peut le regarder cependant comme une série d'expériences, si l'on considère le nombre de transplantations opérées. Quelles sont les conclusions à tirer des données fournies par ces expériences?

» Quand, de six différents membres inférieurs humains, six portions cunéiformes d'os ont été enlevées avec leur périoste et leur moelle, divisées en petits fragments, placées dans le bras d'un jeune garçon, dans un espace intermusculaire, fraîchement ouvert par le scalpel pour les recevoir, et lorsqu'on voit que les portions greffées sont non seulement restées en totalité dans les tissus, mais encore se sont unies les unes aux autres, faisant en tout quatre pouces et demi ($0^m,114$) de transplant osseux, d'où s'est

formé un humérus nouveau qui se meut et sert comme celui de l'autre bras, on peut en conclure que les os transplantés ont vécu et crû.

» Il faut ne pas perdre de vue que la première greffe a été faite il y a un an et sept mois et que l'os formé après cicatrisation de la plaie faite pour la réception de la greffe, non seulement a conservé sa dimension primitive, mais encore a crû. Cela réfute suffisamment la supposition de l'absorption de l'os après transplantation.

» L'apparence de l'os transplanté, quand les bords furent rafraîchis, était celle d'un tissu osseux vivant, environné d'une mince membrane vasculaire fibreuse, adhérant étroitement à l'os, et qui saignait lorsqu'on la grattait, comme le ferait le périoste. Cette membrane ne ressemblait pas à l'épaisse capsule semi-vasculaire que l'on trouve environnant un tissu mort en cours d'absorption.

» Le succès qui a couronné l'opération pratiquée a prouvé que la méthode de division de la greffe en petits fragments et les raisons *a priori* d'agir ainsi étaient parfaitement correctes.

» Des considérations précédentes on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° L'os transplanté est capable de vivre et de croître. 2° Les transplants inter-humains d'os vivent et croissent. 3° La transplantation inter-humaine de l'os peut produire un résultat pratique avantageux à l'humanité. 4° La totalité des éléments osseux doit être comprise dans le transplant. 5° La méthode de transplantation qui présente le plus de chances de succès est de diviser l'os avec un instrument tranchant en petits fragments. 6° Pour assurer le succès de l'opération, il faut employer le traitement antiseptique. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie du premier Volume des *Annales de l'École des Mines d'Ouro-Preto* ([1]), que S. M. l'Empereur dom Pedro lui a transmis, au nom de M. *Gorceix*.

« Cette Revue, destinée à faire connaître les richesses minérales du Brésil et les moyens d'en tirer parti, forme comme le complément de l'organisation de l'École des Mines d'Ouro-Preto, qui, en exécution d'un décret de novembre 1875, a été inaugurée le 12 octobre 1876. La Revue est publiée en langue portugaise à Rio de Janeiro.

([1]) *Annaes da Escola de Minas de Ouro-Preto.*

» Parmi les travaux insérés dans ce premier fascicule figure une étude chimique et géologique, faite par M. Gorceix, des *roches du centre de la province de Minas-Geraës*, et particulièrement des environs d'Ouro-Preto; l'auteur a exécuté une série d'analyses qui montrent que la plupart des roches considérées comme talcschistes sont des schistes micacés où domine souvent la fuchsite.

» Un second Mémoire de M. Gorceix concerne l'étude géologique des *gîtes de topazes de la province de Minas-Geraës*. Après avoir décrit en détail les célèbres gîtes de topazes et euclases des environs d'Ouro-Preto, M. Gorceix constate qu'elles occupent une fente au milieu des schistes micacés de la région, fente qui est en rapport avec une des principales dislocations de la province de Minas-Geraës. Quant à leur mode de formation, l'auteur adopte l'idée antérieurement émise que des composés fluorés et borés, aidés de la vapeur d'eau, ont servi d'agents minéralisateurs dans la formation des gîtes de topazes, de même que pour la production des gîtes d'oxyde d'étain et d'oxyde de titane.

» M. Gorceix signale l'existence du platine en pépites dans le *cascalho* diamantifère du Serro, ville située à 10^{km} au sud de Diamantina.

» Dans la même région, il a reconnu l'existence de roches serpentineuses remarquables, ainsi que des schistes dans lesquels la proportion de chrome atteint 3 pour 100; ce sont des analogies avec les gisements de platine de l'Oural. »

Mme M. de Jouffroy adresse une Lettre relative aux droits de priorité de *Claude de Jouffroy* à l'invention du pyroscaphe.

M. Tabourin communique un projet d'éclairage électrique. L'auteur propose de placer dans le socle qui supporte les charbons une petite machine magnéto-électrique mise en mouvement par la force d'impulsion de l'eau dans les conduites ou par l'air comprimé ou même par la descente d'un poids.

M. D. Carrère adresse un Mémoire portant pour titre « Relations entre les coefficients A et B de l'équation $x^n + Ax^p + B = 0$, déterminant le maximum ou le minimum du nombre des racines ».

M. L. Hugo adresse une Note relative aux propriétés du nombre $2^{31} - 1$.

M. Tanguy adresse une nouvelle Note intitulée « Loi générale de projection des corps célestes ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juin 1881.

(Suite.)

Ouvrages adressés aux concours de 1881.

PRIX LACAZE, PHYSIOLOGIE.

Les éléments figurés du sang dans la série animale; par Ph.-C. Sappey. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-4°.

Traité d'Anatomie descriptive; par Ph.-C. Sappey. 3e édition. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1876-1879; 4 vol. in-8°.

Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux; par Ph.-C. Sappey. Paris, Germer-Baillière, 1847; in-4°.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

La fumée de tabac. Recherches chimiques et physiologiques; par le Dr G. Le Bon. 2e édition. Paris, Asselin, 1880; in-8°.

Etude critique des travaux récents sur les anesthésiques; par le Dr Dastre. Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Manuel de dissection des régions et des nerfs; par le Dr Ch. Auffret. Paris, Doin, 1881; in-18 relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Contribution à l'étude de l'appareil circulatoire des Crustacés édriophthalmes marins; par le Dr Y. Delage. Paris, Hennuyer, 1881; in-8°.

PRIX MONTYON, STATISTIQUE.

De Moscou aux monts Tatras. Etude sur la formation actuelle d'une race; par le Dr G. Le Bon. Paris, Delagrave, 1881; in-8°.

PRIX DESMAZIÈRES.

Hepaticologia Gallica. *Flore analytique et descriptive des Hépatiques de France et de Belgique; par* T. HUSNOT. Cahan (Orne), chez l'auteur; Paris, F. Savy, 1875-1881; in-8°.

PRIX BARBIER.

Des champignons parasites de l'oreille humaine; par le Dr LOEWENBERG. Paris, G. Masson, 1880; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur le traitement de l'asphyxie des nouveau-nés et de l'asphyxie par submersion; par le Dr G. LE BON. Paris, G. Masson, 1881; br. in-8°.

PRIX GODARD.

Contribution à l'étude des tumeurs de la prostate; par le Dr L. JULLIEN. Paris, J.-B. Baillière, sans date; in-8°. (Extrait du *Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques.*)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JUIN 1881.

Ministère des Affaires étrangères. Conférence monétaire internationale, avril-mai 1881. *Procès-verbaux*. Paris, Impr. nationale, 1881; grand in-8°.

Annales de l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro. EMM. LIAIS, *directeur.* (Extrait du Ier Volume.) Rio de Janeiro, Typogr. nationale, 1880; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Guide du vaccinateur. Les deux vaccins. Paris, au siège de la Société française d'Hygiène et chez Delahaye et Lecrosnier, 1881; br. in-8°.

Nouveaux schémas pour expliquer les réactions chimiques; par le Dr CH. BRAME. Paris, F. Savy, sans date; br. in-8°.

Pesage des liquides par des liquides similaires servant de contre-poids. Bascule densi-volumétrique, système T. SOURDÉ. Paris, 84, rue Saint-Maur, sans date; br. in-8°.

Anatomie comparée. Homotypies musculaires des membres thoraciques et pelviens; par M. LAVOCAT. Toulouse, impr. Douladoure, 1881; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Nouveaux symboles à l'usage des Mathématiques, ou notation de position géométrique; par L. D'HENRY. Paris, Delagrave, sans date; br. in-8°.

Annali dei regi Istituti tecnico e nautico e della regia Scuola di costruzioni na-

vali di Livorno. Anno scolastico 1879-80, vol. VIII. Livorno, G. Meucci, 1880-81; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 JUIN 1881.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 6e série, t. I. Nantes, impr. Mellinet, 1880; in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XXI, 1879. Angers, impr. Lachèse et Dolbeau, 1880; in-8°.

Quelques faits de Chirurgie; par le prof. E. SIMONIN. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1881; br. in-8°.

Aperçu cinématique de différents systèmes de tringles articulées, et en particulier du dispositif de M. le colonel Peaucellier; par J.-D.-C. DE ROOS, traduit par A'. KAPTEYN. Liège, impr. Desoer, sans date; in-8°. (Extrait de la *Revue universelle des Mines*.)

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. XXVII, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1881; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg; VIIe série, t. XXVIII, n° 3. Saint-Pétersbourg, 1880; in-4°.

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Popolazione; Movimento dello stato civile. Anno XVIII, 1879. Roma, tipogr. Cenniniana, 1880; 2 vol. in-8°.

Intorno alle leggi termiche della scintilla eccitatrice dei condensatori. Va Memoria del socio E. VILLARI. Roma, Salviucci, 1881; in-4° (Reale Accademia dei Lincei.)

Bollettino dell' Osservatorio della regia Università di Torino; anno XV (1880). Torino, Stamperia reale, 1881; in-4° oblong.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XVI, disp. 5a (aprile 1881). Torino, E. Loescher, 1881; in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXVII, 1879-1880, serie terza. *Memorie della Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*, vol. V, VI, VII, VIII. Roma, Salviucci, 1880; 4 vol. in-4°.

Jets over de gekoppelde krukbeweging, door J.-D.-C.-M. DE ROOS. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Das K. K. Quecksilberwerk zu Idria in Krain, etc. Wien, 1881; in-4°.

Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1879-80, Band XXVI. Kiel, C.-F. Mohr, 1880; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète b* 1881 (*comète de* 1807) *à l'Observatoire de Paris, par MM.* Bigourdan, Wolf *et* Thollon. Note de M. Mouchez.

« Le ciel, presque continuellement nuageux depuis une quinzaine de jours, nous a fait perdre quelques jours de visibilité de la comète de 1807, retrouvée le 29 mai par M. Cruls à Rio-Janeiro; surveillée avec soin à l'Observatoire de Paris, elle n'a pu être observée que dans la nuit du 22 au 23 juin, par M. Bigourdan. L'Observatoire de Kiel, plus favorisé par le beau temps, l'observait deux heures plus tôt que nous.

» Le peu de durée des nuits et la position actuelle de cette comète, qui passe au méridien supérieur, près de notre zénith, vers le milieu du jour, sont des circonstances très défavorables pour son observation physique, parce que nous n'avons pu l'observer jusqu'ici que pendant trois ou quatre heures, aux environs de minuit, près de son passage inférieur, à petite distance de l'horizon.

» Cette comète, qui a été observée pour la première fois il y a soixante-

quatorze ans, par un moine italien, le 9 septembre 1807, fut observée par Pons onze jours après à Marseille, le 20 septembre, et resta visible jusqu'au 27 mars 1808; pendant cette longue période il fut possible de réunir un grand nombre d'observations de cette belle comète, à l'aide desquelles Bessel en calcula une première fois les éléments; il trouva que la durée de sa révolution devait être comprise entre 1404 et 2157 ans et était probablement de 1714 ans. Les calculs refaits, en tenant compte de nouvelles perturbations, lui donnèrent une période de 174 ans. Les observations qu'on va recueillir pendant sa seconde apparition permettront sans doute de déterminer les causes des perturbations ou les erreurs de calcul et d'observation qui ont si notablement rapproché son retour.

» M. Tisserand me signale, au dernier moment, une comète non cataloguée, mais citée dans l'ouvrage de Struyck, *Vervolg van de Beschryving der Staatsterren* (Amsterdam, 1753), qui aurait été vue au Cap de Bonne-Espérance en 1733, juste soixante-quatorze ans avant 1807; le manque d'observations précises n'a sans doute pas permis d'en calculer les éléments; mais l'identité de la période et son apparition dans l'hémisphère sud permettent de supposer que c'est la même comète que nous observons actuellement, et qui, pour une cause d'ailleurs difficile à concevoir, n'aurait pas été observée en Europe après son passage au périhélie. Peut-être que les Hollandais, auxquels appartenait alors le Cap de Bonne-Espérance, trouveront dans leurs archives quelques documents qui permettront d'utiliser cette ancienne observation, sur laquelle je viens d'appeler l'attention de M. Oudemans, le savant et habile astronome d'Utrecht.

Observations de M. Bigourdan.

» J'ai aperçu cette comète le 22 juin, à $13^h 30^m$; le crépuscule, qui avait déjà fait disparaître les étoiles voisines, et l'arrivée de quelques nuages, empêchèrent de faire ce jour-là une observation précise.

» Les éléments suivants sont déduits de l'observation de Kiel, du 22 juin, et des deux suivantes de Paris :

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente de la comète.	Déclinaison apparente de la comète.
	h m s	h m s	° ′ ″
Juin 24...........	9.51.26,0	5.38.21,84	+49. 5.31,6
26...........	10.46. 5,8	5.47.22,66	+56.50. 2,4

Passage au périhélie : 1881 *juin* 16,52806.

$$\left.\begin{aligned} \varpi &= 265^\circ.22'.59'' \\ \Omega &= 270.57.51 \\ i &= 63.26.57 \end{aligned}\right\}\text{ Équin. moy., 1881,0.}$$

$$\log q = \bar{1},866099$$

Représentation de l'observation moyenne.

En longitude........................	$(O-C)\cos\beta$	$= -7'',7$
En latitude........................	$O-C$	$= -4'',3$

» Les derniers éléments obtenus par Bessel pour la grande comète de 1807 sont les suivants :

Passage au périhélie : 1807 *septembre* 18,74537, *temps moyen de Paris.*

$$\left.\begin{aligned} \varpi &= 270^\circ.54'.42'' \\ \Omega &= 266.47.11 \\ i &= 63.10.28 \end{aligned}\right\}\text{ Équin. moy., 1807.}$$

$$\log q = \bar{1},810.3158$$

$$e = 0,995.4878$$

Étude physique de la comète de 1881, *par M. Wolf.*

» Les observations qui ont été faites jusqu'ici de la grande comète, depuis le 23 juin, ne permettent pas encore de donner de grands détails sur sa constitution physique; mais elles suffisent pour montrer le haut intérêt qui s'attache à l'étude de cet astre.

» Depuis que l'Astronomie est en possession de l'analyse spectrale, la comète de Coggia (1874) a été la seule grande comète visible sur l'horizon de Paris. Nous l'avons suivie, M. Rayet et moi, jusqu'au jour où elle a quitté notre ciel, et nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie les dessins que nous avons faits de ses formes successives, ainsi que les résultats de l'analyse de sa lumière. Cette comète, d'abord télescopique, s'est développée rapidement; mais elle nous a échappé au moment même où son étude devenait le plus intéressante.

» La comète actuelle nous arrive déjà très développée après son passage au périhélie. Les transformations du noyau et de ses enveloppes sont extrêmement rapides, comme le montrent les dessins que nous en avons faits, M. Bigourdan, M. Guénaire et moi. Nous aurons l'honneur de présenter ces dessins à l'Académie dès qu'ils seront mis en état d'être placés sous ses yeux. Au grand télescope, la segmentation de la tête, que Bond a

trouvée dans la comète de Donati, était nettement visible le vendredi 24 juin ; les instruments plus petits ne la montraient pas.

» La nouvelle comète représente donc la deuxième période du développement d'un de ces astres curieux, dont nous avons vu la première seulement dans la comète de Coggia. Son étude va nous permettre de suivre les transformations des enveloppes et de compléter ce que la comète de 1874 nous a déjà appris.

» Au point de vue de l'analyse spectrale, nous pouvons dès maintenant corriger une conclusion prématurée qui pourrait se déduire de nos observations de la comète Coggia en 1874. Elle nous a offert, à partir du 19 mai, le spectre continu et presque linéaire du noyau, traversé par les trois bandes brillantes, caractéristiques de la lumière des comètes (je les ai retrouvées dans plus d'une dizaine de ces astres). Mais le 13 juillet, veille de la dernière observation possible, les trois bandes avaient presque disparu, tandis que le spectre du noyau était devenu beaucoup plus vif.

» Faut-il conclure de là que le gaz incandescent, hydrogène carboné ou autre, auquel sont dues ces bandes, disparaît à mesure que la comète se développe, pour faire place à la lumière, propre ou empruntée, du noyau? L'observation de la nouvelle comète nous l'apprend. Elle s'élève rapidement, à partir de l'horizon, dans la même région du ciel où la comète de Coggia s'abaissait pour disparaître trop tôt au-dessous de l'horizon. Or, le vendredi 24 juin, son spectre, observé au même instrument qui nous a servi en 1874, se réduisait presque au ruban continu donné par le noyau ; la nébulosité ne donnait qu'une bande large et très pâle, bien terminée du côté le plus réfrangible, diffuse d'autre part; les autres bandes des comètes n'existaient pas, ou du moins on ne pouvait qu'en soupçonner l'existence au voisinage du noyau. Mais hier dimanche 26 juin, la comète est déjà loin de l'horizon, et, quand le ciel est pur, les trois bandes brillantes apparaissent avec une grande netteté. La bande verte surtout est vive, plus longue que les deux autres et nettement limitée du côté le moins réfrangible (longueur d'onde 516). De ce côté, elle semble bordée d'un espace obscur, comme dans le spectre de la comète de Coggia. Comme dans celle-ci, le rouge est la seule nuance bien visible dans le spectre du noyau, et il est un peu dilaté. Les observations ultérieures nous apprendront si ces bandes continueront à se développer. Nous sommes mis en garde, en tout cas, contre l'effet résultant des différences de hauteur de l'astre.

» La quantité totale de lumière donnée par la tête de la comète est con-

sidérable et beaucoup de personnes sont tentées de la comparer à une étoile de 1re grandeur. En réalité, son éclat intrinsèque est assez faible. J'ai eu occasion, hier soir, en déplaçant légèrement le télescope, de voir le spectre d'une étoile de 5e à 6e grandeur : le trait de feu qui le forme était au moins aussi brillant que le spectre du noyau.

Étude spectroscopique de la comète, par M. Thollon.

» M. l'amiral Mouchez ayant mis à ma disposition l'équatorial de 14 pouces de l'Observatoire, j'ai pu faire, pendant les nuits des 24, 25 et 26 juin, des études spectroscopiques sur la brillante comète nouvellement apparue. Ces observations m'ont conduit aux résultats suivants :

» Le noyau de la comète donne un spectre continu assez brillant, sur lequel on ne distingue ni bandes ni raies.

» La nébulosité qui entoure le noyau laisse voir trois bandes qui se détachent sur un fond formant spectre continu. L'une d'elles est très visible. Les autres sont faibles. Leur position a été mesurée avec beaucoup de soin. Les mesures répétées un grand nombre de fois sont plus concordantes que je n'aurais osé l'espérer.

» Le spectre de bandes fourni par la comète ressemble tellement à celui que donne la flamme bleue de l'alcool, que je les considère comme identiques. Cette identité ne résulte pas seulement de l'aspect des bandes, de leurs rapports d'intensité, mais encore de leur position absolue. Le spectre de la comète est donc le spectre du carbone ou de l'un de ses composés. La seule différence que j'aie constatée, c'est que la bande violette donnée par l'alcool ne se voit pas dans le spectre de la comète; l'absorption de l'atmosphère suffit à rendre compte de cette différence.

» Si le temps est favorable, je répéterai mes mesures tant que la comète sera visible; ensuite j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat complet de mon travail. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les prolégomènes d'un nouveau Traité de Météorologie publié en Italie par M. Diamilla-Muller;* par M. FAYE.

« En présentant à l'Académie la première Partie de ce grand Traité, qui vient de paraître en Italie, je suis heureux de constater que les théories que j'ai longtemps soutenues devant l'Académie ont fait leur chemin. A l'origine de ces discussions, mes savants adversaires me reprochaient d'être

seul de mon avis. C'était vrai alors; aujourd'hui ce reproche porterait à faux. Chacun sait que l'idée la plus juste a besoin d'un temps plus ou moins long pour se faire accepter, et que ce temps n'est nullement abrégé par la faiblesse, l'erreur, je dirais presque l'absurdité du système régnant qu'il s'agit de remplacer. Mais enfin il vient un moment où la vérité et l'évidence finissent par avoir raison de la contradiction la plus obstinée.

» J'ose croire que ce moment est venu pour ma théorie des grands mouvements de l'atmosphère, lorsque je la vois prendre pour guide, à l'étranger, dans un grand travail comme celui de M. Diamilla-Muller. Je prie tous les hommes de science de vouloir bien accueillir favorablement cette entreprise qui a pour but de soustraire enfin la Météorologie dynamique à l'empire d'un vieux préjugé, et de la placer sur ses véritables bases ([1]). Engagé comme je le suis dans d'autres travaux bien différents, je n'aurais pu moi-même songer à le faire. Heureusement cette œuvre, aujourd'hui nécessaire, est en pleine voie d'accomplissement. Ces prolégomènes portent le titre significatif de : *Le Leggi delle tempeste* (*secondo la theoria di Faye*), per D.-E. Diamilla-Muller, membro della Commissione italiana per l'Elisse, della Societa meteorologica e dell' Associazione scientifica di Francia (Paravia e Comp., editore, 1881).

» Le savant auteur a bien voulu donner place à une Lettre que je lui ai écrite sur la seule modification que je désirerais apporter aujourd'hui à mes publications antérieures. Que l'Académie me permette de la signaler ici; elle a trait à une des questions de prix qu'elle-même a posées récemment aux physiciens. Il s'agit du rôle que le mouvement gyratoire des orages peut jouer dans la production des phénomènes électriques. J'avais pensé que cette électricité provenait en totalité des régions supérieures de l'atmosphère dont la tension négative va toujours en croissant à mesure qu'on s'élève dans ces couches, dans lesquelles s'ouvre le vaste orifice de l'entonnoir des mouvements tournants. Cet air, entraîné en bas avec les cirrus glacés dont il est chargé, amène en effet avec lui son électricité. Mais là n'est pas toute la source des énormes quantités de fluide qui se dépensent dans le phénomène. M. Fizeau a fait observer que certaines machines électriques du genre de celle de Holtz développent des quantités indéfinies d'électricité au moyen d'une charge

---

([1]) La nouvelle théorie avait d'ailleurs toute chance d'être appréciée dans le pays des maîtres en fait d'Hydraulique, et du grand observateur (Spallanzani) à qui nous devons la belle et presque parfaite description des trombes de l'Adriatique.

première très faible, sous l'influence d'une rotation rapide. Il pourrait bien en être ainsi dans les orages, car on y trouve constamment ces deux facteurs : une première charge venue d'en haut en se renouvelant constamment, et le mouvement de gyration énergique d'une masse gazeuse au sein des couches basses dont la constitution physique est toute différente. Cette idée me semble être mieux en rapport avec la grandeur et l'intensité des décharges électriques qui se renouvellent à chaque instant sur l'immense parcours d'un orage; elle me semble aussi confirmée par les boules de feu qui s'échappent parfois de l'extrémité des trombes quand celles-ci marchent sans toucher terre, ou même lorsque leur pointe reste cachée dans les nuages bas. Mais cette question, que je ne puis ici qu'indiquer, sera traitée, je l'espère, ainsi que bien d'autres de même intérêt, dans le grand Ouvrage dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui le premier Volume. »

M. **Janssen** présente à l'Académie une photographie de la comète actuellement visible, qui a été obtenue à l'Observatoire de Meudon dans la nuit du 26 au 27 juin.

Les détails de cette observation seront donnés dans le prochain numéro des *Comptes rendus*.

M. **W. Huggins** annonce, par la dépêche suivante, qu'il a réussi à photographier le spectre de la comète :

« Photographies obtenues du spectre de la comète. Deux raies brillantes du carbone dans la partie ultra-violette. Spectre continu avec les raies de Fraunhofer.

M. **Léon Lalanne** fait hommage à la bibliothèque de l'Institut d'une bibliographie mathématique de Scheibel et d'une Table des matières manuscrite, rédigée par lui, par ordre alphabétique d'auteurs, de la *Bibliothèca mathematica* de Murhard.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction

publique pour la place de membre du Bureau des Longitudes, actuellement vacante par suite du décès de M. *de la Roche-Poncié*.

Un premier scrutin, destiné à la désignation du *premier candidat*, donne les résultats suivants :

M. l'amiral Cloué obtient........	40 suffrages.
M. Bouquet de la Grye...........	11 »

Un autre scrutin, destiné à la désignation du *second candidat*, donne les résultats suivants :

M. Bouquet de la Grye obtient....	41 suffrages.
M. Gaussin......................	4 »

Il y a deux bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique sera composée comme il suit :

En première ligne......	M. l'amiral **Cloué**.
En seconde ligne.......	M. **Bouquet de la Grye**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes*. Mémoire de M. H. **Poincaré**, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Jordan.)

« I. Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je commence par donner une forme nouvelle à la règle que j'avais exposée dans mon premier travail pour la formation des groupes fuchsiens.

» J'appelle X l'axe des quantités réelles.

» Soient a, b deux quantités imaginaires, a', b' leurs conjuguées; je pose

$$(a, b) = \frac{a - a'}{a - b'} \frac{b - b'}{b - a'}.$$

» Envisageons deux arcs de cercles ab et cd ayant leurs centres sur X; si l'on a

$$(a, b) = (c, d),$$

il y aura une substitution linéaire à coefficients réels qui changera ab

en cd. Je l'appellerai la substitution

$$(a, b;\ c, d).$$

» J'envisage maintenant un polygone curviligne situé tout entier au-dessus de X et dont les côtés sont de deux sortes : ceux de la première sorte sont des arcs de cercles ayant leurs centres sur X ; ceux de la seconde sont des segments de l'axe X lui-même.

» Les côtés de la première sorte sont au nombre de $2n$; deux côtés consécutifs de la première sorte sont séparés :

» 1° Soit par un sommet situé au-dessus de X et que j'appellerai *sommet de la première catégorie ;*

» 2° Soit par un sommet situé sur X et que j'appellerai *sommet de la seconde catégorie ;*

» 3° Soit par un côté de la seconde sorte que j'appellerai, pour uniformiser le langage, *sommet de la troisième catégorie.*

» Grâce à cette convention, il est clair que l'on rencontrera, en suivant le périmètre du polygone, alternativement un côté de la première sorte et un sommet de l'une des trois catégories. Le côté qu'on rencontrera après un sommet donné sera le côté suivant ; le sommet qu'on rencontrera ensuite sera le sommet suivant, et ainsi de suite.

» Je suppose que l'on répartisse d'une façon *quelconque* les côtés de la première sorte en paires et qu'un côté soit dit conjugué de celui qui appartient à la même paire. Je suppose maintenant qu'on répartisse les sommets en cycles de la manière suivante. On partira d'un sommet quelconque ; on envisagera le côté suivant, puis son conjugué, puis le sommet suivant, puis le côté suivant, puis son conjugué, puis le sommet suivant, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on revienne au sommet primitif. Tous les sommets rencontrés de la sorte appartiendront à un même cycle.

» Je suppose :

» 1° Que tous les sommets d'un même cycle sont de la même catégorie ;

» 2° Que, si tous les sommets d'un cycle sont de la première catégorie, la somme des angles correspondants du polygone curviligne est une partie aliquote de 2π ;

» 3° Que, si $a_i b_i$ et $a'_i\, b'_i$ sont deux côtés d'une même paire, on a

$$(a_i, b_i) = (a'_i, b'_i).$$

A ces conditions, le groupe dérivé des substitutions

$$(a_i, b_i;\ a'_i, b'_i)$$

sera un groupe fuchsien, et l'on obtiendra de la sorte tous les groupes fuchsiens.

» II. Je discute ensuite les $2n - 4$ équations dont j'ai parlé dans ma Note du 30 mai. Supposant $n = 3$, je montre qu'elles ont toujours une solution réelle. Je montre que les fonctions fuchsiennes et zétafuchsiennes peuvent servir à intégrer une équation linéaire à coefficients rationnels, pourvu que tous les points singuliers soient sur un certain nombre de cercles se coupant en deux points a et b sous des angles commensurables avec 2π.

» III. Dans une Lettre que M. Klein, de Leipzig, m'a fait l'honneur de m'adresser, je remarque le passage suivant :

» *Nehmen Sie ein beliebiges Polygon, begränzt vom irgend welchen sich berührenden* (deux à deux) *Kreisen; so wird die Vervielfältigung durch Symmetrie zu einer Groupe discontinu führen.*

» J'ajoute une condition que M. Klein n'a pas énoncée, mais qui ne lui a sans doute pas échappé : si l'on prolonge deux quelconques des arcs de cercles qui limitent le polygone, ils ne doivent pas se rencontrer. La remarque de M. Klein est aisée à vérifier, et l'on en déduit immédiatement le théorème suivant :

» *Soit une équation*

$$(1)\quad \frac{d^2y}{dx^2} = y\left[\frac{A_1}{(x-a_1)^2} + \frac{A_2}{(x-a_2)^2} + \dots + \frac{A_n}{(x-a_n)^2} + \frac{B_n}{x-a_1} + \dots + \frac{B_n}{x-a_n}\right].$$

Je suppose :

» 1° *Que*

$$\Sigma B_i = \Sigma A_i + \Sigma B_i a_i = 2\Sigma A_i a_i + \Sigma B_i a_i = 0,$$
$$A_1 = A_2 = \dots = A_n = -\tfrac{1}{4};$$

» 2° *Que les* B *et les* a *sont réels;*

» 3° *Qu'ils satisfont à certaines inégalités;*

» x *sera alors fonction uniforme du rapport des intégrales.*

» J'ai cherché à généraliser le résultat de M. Klein, et voici à quoi je suis arrivé :

» Soient $2n$ cercles $C_1, C_2, \dots, C_n, C'_1, C'_2, \dots, C'_n$ qui sont extérieurs l'un à l'autre ou se touchent extérieurement; tout groupe dérivé de n sub-

stitutions linéaires dont la $i^{ième}$ change la partie du plan extérieure à C_i en la partie intérieure à C'_i sera discontinu. Cela arrivera en particulier si les $2n$ cercles se touchent deux à deux de manière à circonscrire un polygone curviligne limité par des arcs de cercles $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n, \alpha'_1, \alpha'_2, \ldots, \alpha'_n$, appartenant respectivement aux cercles $C_1, C_2, \ldots, C_n, C'_1, C'_2, \ldots, C'_n$ et si la $i^{ième}$ substitution change α_i en α'_i.

» Il existe des fonctions qui ne sont pas altérées par les substitutions de ce groupe et que je propose d'appeler *fonctions kleinéennes*, puisque c'est à M. Klein qu'on en doit la découverte. Il y aura aussi des fonctions thétakleinéennes et zétakleinéennes analogues aux fonctions thétafuchsiennes et zétafuchsiennes.

» Grâce à cette généralisation, je montre que *le théorème relatif à l'équation* (1), déduit de la remarque de M. Klein, *est encore vrai quand même la seconde condition n'est pas remplie*. Je montre aussi que les fonctions kleinéennes intègrent un grand nombre d'autres équations linéaires à coefficients algébriques, et entre autres des équations à intégrales irrégulières. »

VITICULTURE. — *Sur les accidents de végétation qui se produisent dans le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. **J.-D. Catta.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je crois utile de porter à la connaissance de l'Académie que les graves accidents de végétation qui se sont produits dans les vignobles du syndicat de Béziers n'ont eu leurs analogues dans aucun département de ma région. Il en est cependant, comme l'Aude, qui sont soumis aux mêmes conditions climatériques et culturales que le Bitterrois. J'ai enregistré cette immunité avec d'autant plus de satisfaction, qu'il me paraît facile de l'expliquer.

» Le personnel administratif qui applique les traitements dans ces départements est depuis longtemps instruit des effets nuisibles de l'humidité sur les traitements. Dès le 6 juin 1880, j'envoyais, en effet, aux délégués départementaux, une circulaire contenant la phrase suivante :

« .... L'expérience m'a démontré que les traitements pratiqués avant la pluie donnent de bons résultats, tandis que ceux qu'on fait après portent souvent un certain préjudice à la végétation. Il faudra donc veiller dorénavant à éviter autant que possible de traiter quand le terrain est encore mouillé...... »

» Depuis, je n'ai jamais cessé de recommander l'observation de ces

prescriptions et j'ai pu m'assurer qu'elles ont toujours été suivies dans la mesure du possible.

» L'humidité n'intervient pas seule dans les divers accidents de végétation causés par le sulfure de carbone. Nous avons depuis longtemps établi, MM. Marion, Gastine et moi ([1]), la loi du rapport direct qui existe entre la résistance au sulfure et la force de végétation des vignes. Mais il est une autre cause dont il est plus difficile de tenir compte. Quand on distribue le sulfure à raison de 30^{gr} par mètre carré, par exemple, il peut arriver que la profondeur du sol soit différente dans deux vignes que l'on croit traiter de la même façon. Si la profondeur du sol perméable au sulfure est de 1^m dans une vigne et de $0^m,50$ dans l'autre, la dose de sulfure sera bien de 30^{gr} dans la première, mais elle sera de 60^{gr} dans la seconde. Si l'écart de profondeur est encore plus grand, on peut arriver à des doses absolument toxiques pour la vigne. Cela reviendrait à dire qu'il faut diminuer les doses lorsque la profondeur du sol perméable au sulfure diminue. C'est la recommandation que j'adresse assez fréquemment au personnel administratif.

» Cependant cette règle est loin d'être absolue. En effet, les sols peu profonds sont généralement très poreux, et alors la rapidité de l'évaporation superficielle vient affaiblir immédiatement les doses toxiques souterraines et rétablir une compensation. Souvent même, l'effet insecticide est amoindri par cette diffusion rapide.

» On conçoit que, lorsque l'humidité vient diminuer momentanément dans ces mêmes sols légers la facilité d'évaporation superficielle, les conditions dangereuses se retrouvent de suite pour peu que l'écoulement de l'eau ne soit pas immédiat.

» Je dois ajouter que les traitements d'hiver offrent une cause de surprise que je signalais en 1879 à M. Jaussan, dans le vignoble de M. Dufour, à Vias. Quand on traite en hiver on tue des hibernants, c'est-à-dire que l'on assure à la vigne une bonne reprise printanière; mais on n'apporte aucun remède au mal qui a sévi pendant tout l'été et l'automne passés, et si l'invasion a été puissante, il n'y a rien d'étonnant à ce que la vigne, malgré le traitement, se réveille plus faible que l'année précédente. Si l'on tient compte de la rapidité de destruction que le mal affecte souvent en Languedoc, on conçoit que la vigne donne une récolte en automne et ne fournisse que

---

([1]) *Rapport sur les expériences et sur les applications en grande culture effectuées en* 1877 (Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée).

des pousses rabougries au printemps, malgré le traitement. En un mot, le remède arrête le développement du mal, mais il ne peut empêcher la manifestation des dégâts déjà produits.

» J'aurais aussi beaucoup à dire sur l'emploi d'un trou au pied de la souche, dont j'ai préconisé l'emploi pour la première fois chez M. Grégoire, à Serviau, en 1878; mais ces observations ne sont pas encore complètes à ce sujet. Elles tendent cependant à me faire restreindre l'usage de cette pratique.

» Si l'on fait la part de ces divers élements d'appréciation et si l'on suit les prescriptions qui en découlent, on peut presque toujours expliquer les insuccès et les éviter dans presque tous les cas : c'est ce qui est arrivé pour nos traitements administratifs. »

M. P. Duval adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *d'Ovidio*, membre de l'Académie des Sciences de Turin, intitulé : « Studio sulle cubiche gobbe mediante la notazione simbolica delle forme binarie ».

2° Les Brochures suivantes, du même auteur :

« Estensione di alcuni theoremi sulle forme binarie ».

« Sui covarianti lineari fondamentali di due cubiche binarie ».

« Sopra due covarianti simultanei di due forme binarie biquadratiche ».

« Il resultante di due forme binarie biquadratiche expusso mediante i loro invarianti fondamentali ».

« La relazione fra gli otto invarianti fondamentali di due forme binarie biquadratiche ».

« Nota sulle forme binarie del 5° ordine ».

« Nota sopra alcuni iperboloidi annessi alla cubica gobba ».

« Nota sulle proprietà fondamentali dei complessi lineari ».

M. le **Secrétaire perpétuel** fait hommage à l'Académie, au nom de M. le prince Boncompagni, des livraisons de juillet et août 1880 du « Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche ».

Le numéro de juillet contient: 1° une Notice sur les Tables astronomiques attribuées à Pierre III d'Aragon, par M. *Steinschneider;* 2° un Supplément au travail intitulé « Recherches sur les manuscrits de Pierre de Fermat, suivies de fragments inédits de Bachet et de Malebranche, par M. *C. Henry*.

Le numéro du mois d'août renferme les deux Mémoires suivants :

1° Nouveaux documents relatifs à l'invention des lunettes binoculaires, par M. *G. Govi;* 2° Précurseurs anglais de Newton, traduction de l'anglais par le professeur *Ant. Favaro*.

ASTRONOMIE. — *Influence des variations de la pression atmosphérique sur la durée des oscillations d'un pendule*. Extrait d'une Lettre de M. **Saint-Loup**, adressée à M. Faye.

« Les expériences que j'ai commencées sur l'influence de la pression sur la durée des oscillations d'un pendule étant pour quelques jours interrompues par un accident sans gravité survenu à l'appareil, je désire, avant de les continuer, vous faire part du résultat des essais préparatoires et vous demander votre avis. La pendule en expérience a avancé de

	$7^s,32$	par jour à la pression	148^{mm}
	$4^s,00$	»	583^{mm}
Soit.........	$3^s,32$	pour une variation de.	435^{mm}

ce qui conduit à une avance de $0^s,077$ par jour pour un abaissement de de pression 10^{mm} de mercure.

» Assurément, ce chiffre ne saurait être définitif et ne donne qu'une indication de l'ordre de grandeur des perturbations que la variation de pression amène dans la marche de la pendule; mais si le coefficient est voisin de la valeur fournie par ce premier essai, il me paraît devoir entrer sérieusement en ligne de compte dans le calcul de l'heure exacte de la production d'un phénomène dont l'instant a été observé à la pendule. »

M. **Tresca** rappelle, à l'occasion de la Communication de M. Saint-Loup, que lors du Concours qui a eu lieu récemment, pour la ville de Paris, sous la direction de notre regretté confrère, Le Verrier, au sujet de la construc-

tion de trois régulateurs de précision, l'un des constructeurs, M. Redier, avait adapté au pendule un appareil barométrique du genre des baromètres métalliques, dont l'un des organes se déplaçait de manière à compenser les variations de l'influence retardatrice due à la pression atmosphérique.

ASTRONOMIE. — *Observations sur la comète, et principalement sur l'aspect physique du noyau et de la queue.* Note de M. C. FLAMMARION.

« Dans mes observations sur la comète actuelle, je me suis principalement attaché à l'examen de son aspect physique. Cet examen paraît conduire à des conclusions différentes des opinions généralement admises sur la nature des queues cométaires.

» Le noyau, très lumineux, mais dont l'éclat n'a rien de la vivacité stellaire et se montre sensiblement plus terne que la lumière planétaire de Vénus, Jupiter, Mars et même Saturne, offre un disque à peu près circulaire et assez net. La nébulosité qui l'environne, et qui forme la chevelure et la queue, présente une lumière intense, qui va insensiblement en se dégradant, surtout à partir du milieu de la longueur de la queue. Le 24 juin, dans la clarté du crépuscule, dès $9^h 10^m$, la tête de la comète offrait un éclat supérieur à celui des étoiles de 1re grandeur; elle était parfaitement visible à l'œil nu, tandis que Régulus, situé à la même hauteur dans l'occident, ne l'était pas du tout. Elle est restée toute la nuit plus lumineuse que Capella, celle-ci étant, du reste, plus basse à l'horizon nord, et à l'aurore, à 3^h du matin, dans la lumière du jour suffisante pour écrire, on la voyait encore comme une tache pâle paraissant figée dans le ciel oriental.

» Dans la nuit du 24 au 25, la queue s'étendait sur une longueur de 8° environ; dans la nuit du 26 au 27, l'étendue était de 9°, peut-être à cause d'une plus grande pureté de l'atmosphère à l'élévation à laquelle planait la comète. Le mouvement propre de l'astre a été de 8° entre le 24 à minuit et le 26 à la même heure, presque exactement vers le nord, la trajectoire inclinant légèrement vers l'est. Tandis que le noyau était situé à 1° environ au nord-est de ξ du Cocher, la queue se projetait en plein sur l'étoile 31 Girafe, de 5e grandeur, et jusqu'à l'étoile 1751 B.A.C., de 6e grandeur, et à l'étoile triple Σ 780, de 7e, 8e et 10e grandeur, vers lesquelles elle s'évanouissait. L'étoile de 5e grandeur et plusieurs de 7e, sur lesquelles la queue se projetait, *ne perdaient absolument rien de leur éclat*, pas plus que lorsque les clartés d'une aurore boréale se projettent devant

les étoiles. La queue est singulièrement transparente pour son intensité lumineuse.

» L'ensemble de la comète affecte la forme d'un éventail fermé ou presque fermé. Le côté droit ou oriental est plus rectiligne, plus net et plus long que le côté gauche.

» La parfaite transparence de ces traînées de lumière ne nous conduit-elle pas à penser qu'elles ne sont pas *matérielles*, qu'elles ne sont pas des gaz refoulés dans l'atmosphère par une force solaire répulsive, mais que c'est une excitation, électrique ou autre, de l'éther, produite par l'astre mystérieux à l'opposé du Soleil, nous pourrions presque dire dans la trace de son ombre? L'observation constante montre que les noyaux ne paraissent rien perdre de leur volume par la substance que la force répulsive leur emprunterait pour composer les queues.

» Le 24 décembre 1811, Piazzi a observé à Palerme, à travers la queue de la célèbre comète, les étoiles P. XX, 149, et P. XX, 197, qui, au lieu d'être plus ou moins effacées, ont été vues *plus lumineuses* : la première, de 7,5 grandeur, paraissait de 5e, et la seconde, de 12e, paraissait de 9e.

» Je me permettrai maintenant de signaler, sur ces phénomènes célestes inexpliqués, le fait assurément extraordinaire qui s'est passé l'année dernière et qui n'a été que le renouvellement d'un même fait observé déjà en 1843. Le 28 janvier 1880, à 11^h36^m du matin, la grande comète découverte dans l'hémisphère austral est passée, à son périhélie, à 61000 lieues seulement de la surface solaire. En adoptant le chiffre de 36000 lieues pour le diamètre de la tête, chiffre généralement adopté aussi pour la comète de 1843 (qui, d'ailleurs, paraît être définitivement la même que celle de 1880), on voit que de surface à surface il n'y a eu que 43000 lieues. Le rapprochement avait été plus surprenant encore le 27 février 1843; les deux corps célestes se sont frôlés à 13000 lieues seulement, c'est-à-dire que la comète a traversé l'atmosphère solaire à une hauteur moindre que celle de la Couronne et même que celle des protubérances, dont plusieurs ont été mesurées jusqu'à 80000 lieues d'élévation. Or, à ces deux époques, la comète était accompagnée d'une traînée lumineuse étroite et rectiligne, qu'elle emportait avec elle, toujours à l'opposite du Soleil, et qui s'est étendue jusqu'à 50, 60 et même 80 millions de lieues de longueur. En contournant le Soleil, le noyau cométaire volait déjà avec une vitesse de 550000 mètres par seconde (périhélie de 1843), vitesse qui est encore là de l'ordre elliptique, eu égard à l'effroyable attraction solaire, mais qui deviendrait rapidement parabolique à une distance un peu plus grande. Eh bien, à la distance de la Terre, à 37 millions de lieues, la

queue, rectiligne et rigide, aurait dû balayer l'espace avec une vitesse de 64 *millions* de mètres par seconde! Une molécule de matière quelconque animée d'une pareille vitesse ne demeurerait pas un seul instant sous la dépendance de l'attraction solaire et ne suivrait aucune orbite fermée.

» Ce fait, qui s'est présenté deux fois sous nos yeux en trente-sept ans, joint à la transparence parfaite de ces traînées lumineuses et à l'aspect spécial que chacun peut constater en ce moment sur notre visiteuse actuelle, ne conduit-il pas à la conséquence que *les queues des comètes ne peuvent pas être matérielles?* Est-ce une illumination électrique de l'éther? est-ce un mouvement ondulatoire excité par la comète elle-même à l'opposé du Soleil ? Nous ne connaissons pas encore toutes les forces de la nature. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la surface à seize points singuliers.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans une Communication insérée à la page 944 de ce Volume, *Sur la surface de Kummer à seize points singuliers*, M. Brioschi a signalé un Mémoire de M. Rohn [1] qui m'était inconnu au moment où j'ai présenté à l'Académie ma Note *Sur la surface à seize points singuliers et les fonctions* Θ *à deux variables* (p. 685 de ce Volume). Je me plais à reconnaître que M. Rohn avait eu avant moi l'idée de développer la belle méthode de M. Klein et de la comparer à celles de MM. Cayley et Borchardt; son intéressant travail contient, en particulier, la relation fondamentale entre un groupe remarquable de dix quadriques et les dix fonctions Θ à caractéristique paire. M. Rohn a aussi signalé les trente systèmes de quadriques inscrites à la surface de Kummer, mais sans indiquer, à ce qu'il me semble, le théorème que j'ai donné à la fin de ma Communication (p. 688) et dont j'ai fait application à la surface des ondes.

» Dans mon Cours de cette année à la Faculté des Sciences, j'ai développé les relations entre la surface de Kummer et les fonctions Θ, en me plaçant à un point de vue nouveau. Je vais indiquer rapidement la méthode que j'ai suivie, parce qu'elle pourra être appliquée à d'autres surfaces du quatrième ordre à points singuliers.

» Considérons une surface du quatrième ordre ayant un point double. Si l'on mène une droite quelconque passant par ce point double, elle cou-

---

[1] ROHN (K.), *Transformation der hyperelliptischen Functionen* $p=2$ *und ihre Bedeutung für die Kummer'sche Fläche* (*Mathematische Annalen*, t. XV, p. 315).

pera la surface en deux points variables. Si l'on détermine la droite par le point où elle rencontre un plan fixe, on aura réalisé ce que Clebsch a appelé la représentation de la surface sur un plan double. La courbe de passage (*Uebergangs Curve*) sera en général une courbe du sixième ordre. Cette courbe aura des points multiples ou se décomposera dans certains cas spéciaux; dans le cas de la surface de Kummer, elle se réduira à six droites, tangentes à une même conique.

» Désignons cette conique par (K) et soit

$$y^2 - xz = 0$$

son équation. Une tangente quelconque à la conique est définie par l'équation

$$xm^2 + 2ym + z = 0.$$

Cela posé, je détermine un point du plan, en employant un système de coordonnées dont j'ai souvent fait usage; je considère les deux tangentes à la conique (K) passant en ce point et je définis le point par les valeurs ρ, ρ_1 du paramètre m relatives à ces deux tangentes. Alors le point de la surface de Kummer correspondant au point (ρ, ρ_1) du plan sera défini par les formules

$$\begin{aligned}
\lambda x &= (a-\rho)(a-\rho_1),\\
\lambda y &= (b-\rho)(b-\rho_1),\\
\lambda z &= (c-\rho)(c-\rho_1),\\
\lambda t &= \left[\frac{\sqrt{(a-\rho)(b-\rho)(c-\rho)(d-\rho_1)(e-\rho_1)(f-\rho_1)} \pm \sqrt{(a-\rho_1)(b-\rho_1)(c-\rho_1)(d-\rho)(e-\rho)(f-\rho)}}{\rho-\rho_1}\right]^2,
\end{aligned}$$

x, y, z, t désignant les coordonnées homogènes du point et λ un facteur de proportionnalité; a, b, c, d, e, f sont les paramètres des six tangentes à la conique qui, prises ensemble, constituent la courbe de passage.

» Si, pour abréger, on remplace $a-\rho$, ... par a, . ., et de même $a-\rho_1$, ... par a', ..., on aura

$$\begin{aligned}
\lambda x &= aa',\\
\lambda y &= bb',\\
\lambda z &= cc',\\
\lambda t &= \left(\frac{\sqrt{abcd'e'f'} - \sqrt{a'b'c'def}}{\rho-\rho_1}\right)^2.
\end{aligned}$$

Ce sont les formules de M. Cayley. Les équations telles que la suivante,

$$\frac{(\alpha-\rho)\sqrt{abc'd'e'f'}\mp(\alpha-\rho_1)\sqrt{a'b'cdef}}{\rho-\rho_1}=0,$$

où α est un paramètre variable, représentent les courbes de contact d'un système de quadriques et de la surface. On obtient ainsi quinze systèmes. Les quinze autres sont représentés par des équations un peu plus compliquées.

» La méthode précédente met en évidence la signification géométrique des variables ρ, ρ_1. On voit que le lieu des points pour lesquels une des coordonnées ρ, ρ_1 demeure constante est une section plane de la surface. Cette section passe par un des points singuliers et elle enveloppe le cône des tangentes en ce point. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces pour lesquelles les coordonnées d'un point quelconque s'expriment par des fonctions abéliennes de deux paramètres.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« On sait que Clebsch a étendu aux surfaces algébriques la notion de genre si importante dans la théorie des courbes planes (*Comptes rendus*, décembre 1868), et cette étude a fait depuis l'objet des travaux de plusieurs géomètres, parmi lesquels je dois citer M. Nöther (*Mathematische Annalen*). Je considérerai seulement ici des surfaces n'ayant d'autre singularité que des courbes doubles, et je supposerai de plus que, en tous les points de la courbe double, les deux plans tangents à la surface sont distincts. Je rappelle que le genre d'une surface d'ordre n est, d'après Clebsch, le nombre des coefficients restant arbitraires dans une surface d'ordre $(n-4)$ passant par la courbe double.

» Considérons une surface n'ayant d'autre singularité que celles qui ont été indiquées et telle que les coordonnées d'un quelconque de ses points puissent s'exprimer par des fonctions abéliennes de deux paramètres α et β. Je me propose de montrer dans cette Note que le genre d'une telle surface est au plus égal à l'unité : c'est, on le voit, une proposition toute semblable à un théorème bien connu dans la théorie des courbes planes et sur lequel je m'arrêterai tout d'abord. Soit donc

$$f(x,y)=0$$

l'équation d'une courbe telle que x et y puissent être considérés comme

fonctions doublement périodiques d'un paramètre z. Le genre de la courbe ne pourra être supérieur à l'unité. Supposons, en effet, qu'il existe deux intégrales de première espèce

$$\int \frac{Q(x, y)\,dx}{f'_y} \quad \text{et} \quad \int \frac{Q_1(x, y)\,dx}{f'_y};$$

les fonctions de z,

$$\frac{Q(x, y)\frac{dx}{dz}}{f'_y(x, y)} \quad \text{et} \quad \frac{Q_1(x, y)\frac{dx}{dz}}{f'_y(x, y)},$$

sont, comme je l'ai montré ailleurs, des fonctions uniformes et continues de z pour toute valeur de z; étant, d'autre part, doublement périodiques, elles ne peuvent être que constantes, et, par suite, le quotient $\frac{Q_1(x, y)}{Q(x, y)}$ est aussi constant : conclusion inadmissible, car il ne peut exister deux relations distinctes entre x et y.

» Nous allons suivre une marche toute semblable, quoique dans des circonstances beaucoup moins simples, pour démontrer le théorème précédemment énoncé. Au lieu d'employer les coordonnées ordinaires x, y, z pour un point de la surface, prenons les coordonnées homogènes x, y, z et t. Soit alors

$$f(x, y, z, t) = 0$$

l'équation de la surface, nous pouvons supposer que x, y, z, t sont des fonctions uniformes et continues des paramètres α, β,

$$x = P_1(\alpha, \beta), \quad y = P_2(\alpha, \beta), \quad z = P_3(\alpha, \beta), \quad t = P_4(\alpha, \beta),$$

et se reproduisant, comme les fonctions Θ, à un facteur exponentiel près par l'addition à α et β de périodes correspondantes. Il pourra arriver que pour des systèmes de valeurs (a, b) un ou plusieurs des rapports $\frac{P_i}{P_j}$ soient indéterminés, mais ces couples de valeurs (a, b) seront en nombre limité, abstraction faite, bien entendu, de multiples des périodes.

» Soit maintenant

$$Q(x, y, z, t) = 0$$

une surface d'ordre $(n-4)$ passant par la courbe double de la surface

donnée; j'envisage l'expression

$$\text{(I)}\qquad \frac{Q(x,y,z,t)\begin{vmatrix} x & y & t \\ \frac{\partial x}{\partial \alpha} & \frac{\partial y}{\partial \alpha} & \frac{\partial t}{\partial \alpha} \\ \frac{\partial x}{\partial \beta} & \frac{\partial y}{\partial \beta} & \frac{\partial t}{\partial \beta} \end{vmatrix}}{f'_z(x,y,z,t)}.$$

» C'est manifestement une fonction quadruplement périodique des variables α et β; mais cette fonction, comme l'expression analogue rencontrée plus haut pour les courbes planes, se réduit à une constante. J'indique succinctement la démonstration de ce point important; on reconnaît d'abord immédiatement que, pour tout système de valeurs (α, β) non équivalent à un système (a, b) précédemment défini, et, de plus, ne donnant pas un point de la courbe double, l'expression (I) a une valeur finie parfaitement déterminée. Soit maintenant (α, β) un couple de valeurs des paramètres donnant un point de la courbe double; deux cas seulement pourront alors se présenter : l'expression (I) aura pour ce système une valeur finie bien déterminée, ou elle sera indéterminée. Mais toute fonction abélienne de deux variables (α, β) doit nécessairement devenir infinie pour une infinité de couples non équivalents de valeurs de ces variables: or on voit que les couples (a, b) sont les seuls qui pourraient rendre l'expression (I) infinie : celle-ci se réduit par suite à une constante.

» Si la surface est d'un genre supérieur au premier, il existera un second polynôme $Q_1(x, y, z, t)$ permettant de former une seconde expression analogue à (I). Chacune d'elles étant constante, leur quotient $\frac{Q_1(x, y, z, t)}{Q(x, y, z, t)}$ sera lui-même constant; mais cette conclusion est inadmissible, car on aurait alors une relation entre deux des coordonnées d'un point quelconque de la surface.

» Diverses conséquences peuvent, ce me semble, être tirées de l'analyse précédente; je me bornerai aujourd'hui à la remarque suivante. Mais écrivons auparavant l'expression (I) en revenant aux coordonnées ordinaires x, y, z; elle devient alors

$$\frac{Q(x,y,z)\left(\frac{\partial x}{\partial \alpha}\frac{\partial y}{\partial \beta} - \frac{\partial x}{\partial \beta}\frac{\partial y}{\partial \alpha}\right)}{f'_z(x,y,z)}.$$

Cela posé, soit donnée l'équation aux dérivées partielles

$$f\left(x, \frac{\partial x}{\partial \alpha}, \frac{\partial x}{\partial \beta}\right) = 0. \tag{1}$$

On peut se proposer de rechercher si cette équation pourra être vérifiée par une fonction abélienne de α et β. Tout d'abord le genre de la relation précédente devra être égal à 1. Soit, dans cette hypothèse, $Q(x, y, z)$ le polynôme d'ordre $(n-4)$ correspondant; la fonction x satisfera, d'après ce qui précède, à l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{Q(x, y, z)\left(\frac{\partial x}{\partial \alpha}\frac{\partial^2 x}{\partial \beta^2} - \frac{\partial x}{\partial \beta}\frac{\partial^2 x}{\partial \alpha \partial \beta}\right)}{f'_z(x, y, z)} = a, \tag{2}$$

a étant une constante et y, z représentant $\frac{\partial x}{\partial \alpha}$, $\frac{\partial x}{\partial \beta}$. On est ainsi amené à considérer le système des équations simultanées (1) et (2), dont l'étude, que je poursuis actuellement, pourra présenter peut-être quelque intérêt. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un moyen général de déterminer les relations entre les constantes contenues dans une solution particulière et celles que contiennent les coefficients rationnels de l'équation différentielle correspondante.* Note de M. G. **Dillner**.

« D'après ma Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 2 novembre 1880, une solution particulière est généralement représentée par la forme [1]

$$y = e^{\int\left[A_1\left(\frac{C}{B}\right)^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\frac{C}{B} + A_n\right]dx}, \tag{1}$$

où $B = (x - b_1)^{\beta_1}\ldots(x - b_\nu)^{\beta_\nu}$ est la $n^{\text{ième}}$ racine d'un produit algébrique rationnel, et où $A_1, \ldots, A_n$ sont des fonctions rationnelles et C une constante, solution à laquelle correspond une équation différentielle linéaire d'ordre n à coefficients rationnels $p_1, \ldots, p_n$,

$$y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \ldots + p_{n-1}y' + p_n y = 0; \tag{2}$$

---

[1] La généralité de cette formule n'est pas diminuée en posant $A = 1$ dans la formule (9) de la Note citée, puisque l'intégrale $\int A_n dx$ contient en général une partie logarithmique.

et, puisque $p_1, \ldots, p_n$ sont contenus linéairement dans les n identités rationnelles

$$(3) \qquad \left(\frac{C}{B}\right)^n \varphi_0 + \varphi_n = 0, \quad \varphi_1 = \ldots = \varphi_{n-1} = 0,$$

ils seront par là même déterminés sans difficulté. Maintenant, il s'agit du problème inverse, plus difficile :

» *Étant donnés les coefficients rationnels d'une équation différentielle linéaire* (2), *déterminer tant qu'il sera possible les relations entre les constantes contenues dans ces coefficients et celles que contient la solution particulière correspondante* (1).

» Je proposerai ici un moyen général d'aborder ce vaste problème.

» A cet effet, soit $\mathfrak{f}(x)$ une fonction rationnelle de x, qui doit s'annuler identiquement; en désignant par $P(x)$ un polynôme entier de x et par K_r, L_r, M_r, k_r, l_r, m_r des constantes, on sait que $\mathfrak{f}(x)$ peut se mettre sous la forme

$$(4) \qquad \mathfrak{f}(x) = P(x) + \sum_{r=1}^{r=\varkappa} \frac{K_r}{x-k_r} + \sum_{r=1}^{r=\lambda} \frac{L_r}{(x-l_r)^2} + \cdots + \sum_{r=1}^{r=\mu} \frac{M_r}{(x-m_r)^s} = 0,$$

les valeurs des indices $\varkappa$, λ, μ et de l'entier positif s étant quelconques. En s'appuyant sur le théorème que *les intégrales de deux différentielles identiques sont identiques à une constante près*, on aura, en multipliant l'identité (4) par la différentielle dx, le résultat d'intégration suivant, qui doit être identiquement satisfait,

$$(5) \qquad P_1(x) + h_1 + \sum_{r=1}^{r=\varkappa} K_r \log(x-k_r) - 2\sum_{r=1}^{r=\lambda} \frac{L_r}{x-l_r} - \cdots - s\sum_{r=1}^{r=\mu} \frac{M_r}{(x-m_r)^{s-1}} = 0,$$

où $P_1(x)$ est l'intégrale du polynôme $P(x)$ et h_1 la constante d'intégration.

» Si l'on fait décrire à x un contour fermé autour du point k_r [1], le terme $\pm 2\pi\sqrt{-1}\,K_r$ s'ajoute au terme logarithmique, tandis que la somme des autres termes ne change pas, ce qui exige que l'on ait en même temps la condition

$$(6) \qquad K_r = 0 \quad (r = 1, 2, \ldots, \varkappa)$$

---

[1] C'est d'une manière tout analogue, c'est-à-dire en faisant décrire à x un contour fermé autour d'un zéro b_r de la part irrationnelle du produit B, que l'on a tiré, de l'identité (7) de la Note citée, les n identités (3) ci-dessus.

et l'identité

$$P_1(x) + h_1 - 2\sum_{r=1}^{r=\lambda} \frac{L_r}{x - l_r} - \ldots - s\sum_{r=1}^{r=\mu} \frac{M_r}{(x - m_r)^{s-1}} = 0.$$

» En appliquant à cette identité la même manière d'opérer, et ainsi de suite, on aura enfin les conditions

$$(7) \qquad \begin{cases} L_r = 0 & (r = 1, 2, \ldots, \lambda), \\ \ldots\ldots, & \\ M_r = 0 & (r = 1, 2, \ldots, \mu) \end{cases}$$

et l'identité

$$(8) \qquad P_s(x) + \left(\frac{h_1}{|\underline{s-1}} x^{s-1} + \ldots + h_{s-1} x + h_s\right) = 0,$$

où $P_s(x)$ est la s^{uple} intégrale du polynôme $P(x)$ et où les quantités $h_1, \ldots, h_s$ sont des constantes d'intégration. Les coefficients des diverses puissances de x de l'identité (8) devant être nuls, il s'ensuit que les coefficients, dans les polynômes originaires $P(x)$, ainsi que les constantes $h_1, \ldots, h_s$, doivent être séparément nuls. »

PHYSIQUE. — *Sur les formes vibratoires des surfaces liquides circulaires.* Mémoire de M. C. DECHARME. (Extrait par l'auteur.)

« Lorsqu'au centre d'un vase circulaire contenant de l'eau on produit des chocs successifs à intervalles égaux (par le moyen d'une tige vibrante, munie d'un petit appendice plongeur), on fait naître des ondes mobiles dont la rencontre en sens contraire, quand elle a lieu, détermine des nodales plus ou moins fixes, selon les conditions de l'expérience.

» J'ai cherché à déterminer la relation qui doit exister entre la vitesse vibratoire de l'excitateur et le nombre des nodales pour un diamètre donné de la surface liquide, ou, ce qui revient au même, entre les nombres de vibrations de la tige par seconde et la largeur des intervalles compris entre deux nodales consécutives.

» A cet effet, j'ai analysé le phénomène en cherchant comment sont distribuées, sur le rayon du cercle superficiel, les nodales ou ondes fixes pour des vitesses connues de la tige vibrante.

» Pour cet examen, il fallait avoir la vitesse de l'onde à la surface des liquides. Cette constante n'a pas été déterminée exactement. M. Tyndall estime qu'elle n'est pas supérieure à 1 pied anglais ($0^m,304$) par seconde.

La moyenne des résultats de mes expériences m'a donné, pour la vitesse de l'onde simple (déterminée par la chute d'un grain de plomb au centre d'un bassin de 1^m de diamètre), $V = 0^m,34$ (vitesse 4000 fois plus petite que celle du son dans l'eau et 100 fois moindre que celle du son dans l'air).

» En supposant d'abord le rayon de la surface liquide égal à cette vitesse V, et en admettant que l'excitateur produise m chocs par seconde sur le liquide à des intervalles égaux, on trouve

Pour $m = 1$......	1	nodale située à	$\frac{r}{2}$,
Pour $m = 2$......	3	nodales situées à	$\frac{r}{4}, \frac{2r}{4}, \frac{3r}{4}$,
Pour $m = 3$......	5	»	$\frac{r}{6}, \frac{2r}{6}, \frac{3r}{6}, \frac{4r}{6}, \frac{5r}{6}$,
Pour $m = 4$......	7	»	$\frac{r}{8}, \frac{2r}{8}, \frac{3r}{8}, \frac{4r}{8}, \frac{5r}{8}, \frac{6r}{8}, \frac{7r}{8}$,
Pour $m = m$......	$(2m-1)$	»	$\frac{r}{2m}, \frac{2r}{2m}, \frac{3r}{2m}, \ldots, \frac{(2m-2)r}{2m}, \frac{(2m-1)r}{2m}$.

» Si le rayon du vase est quelconque r, et que l'on représente par t le temps que l'onde met à parcourir cette longueur, on n'aura qu'à remplacer (dans les Tableaux que renferme le Mémoire) le temps exprimé en secondes par le temp exprimé en fonction de t (t étant un nombre quelconque entier ou fractionnaire), et la question se trouvera généralisée. En représentant par

V la vitesse constante de l'onde superficielle, espace qu'elle parcourt en une seconde, soit directement, soit en subissant une ou plusieurs réflexions;
r le rayon du cercle de la surface liquide;
t le temps que l'onde met à franchir ce rayon dans tous les cas;
N le nombre correspondant des nodales;
i l'intervalle constant entre deux nodales consécutives du même système;
m le nombre de vibrations de la tige dans le temps t;
n le nombre de vibrations de cette tige en une seconde,

on a d'abord la relation $t = \frac{r}{V}$, constante pour toutes les expériences faites avec le même diamètre de vase; ici $r = 52^{mm},5$, et, si $V = 335^{mm}$ à 345^{mm}, t sera égal à $0^s,15$ environ.

» D'autre part, nos expériences ont donné $N = 2m - 1$.

» D'ailleurs, on a évidemment

$$i = \frac{r}{N} \quad \text{et} \quad n = \frac{m}{i}.$$

» De là on déduit la relation finale

$$(\alpha) \qquad n = \frac{r+i}{2ti} \quad \text{ou} \quad n = \frac{52,5i}{0,3i}.$$

» Cette formule a été appliquée à divers cas particuliers, tels que le suivant :

» L'expérience a donné, pour fa_{-3}, ..., $i = 4^{\text{mm}},3$, et pour fa_1, $i' = 1^{\text{mm}},03$.

» En mettant ces valeurs dans (α), on trouve successivement :

$$n = 44^{\text{vib}},031 \quad \text{et} \quad n' = 173^{\text{vib}},236,$$
$$n = 43^{\text{vib}},157 \quad \text{et} \quad n' = 172^{\text{vib}},629,$$

quantités qui ne diffèrent des valeurs théoriques que de $0^{\text{vib}},874$ et $0^{\text{vib}},607$.

» La concordance est donc aussi exacte qu'on peut le souhaiter dans de telles conditions expérimentales.

» Or les nombres de vibrations correspondant aux notes fa_{-2} et fa_1 (et il en est de même pour $ré_{-2}$ et $ré_1$ ou pour ut_{-2} et ut_1) sont entre eux dans le rapport de 1 à 4, tandis que les nombres qui représentent les valeurs des internodales sont, au contraire, dans le rapport de 4 à 1. Donc, en général, on a

$$\frac{i}{i'} = \frac{n'}{n},$$

c'est-à-dire que *les distances internodales sont inversement proportionnelles aux nombres de vibrations correspondants.*

» L'expérience montre que ce résultat est indépendant de la nature du liquide.

» En résumé, il y a entre les formes vibratoires des surfaces liquides circulaires et les pellicules savonneuses de même diamètre les plus grandes analogies : mêmes modes d'excitation et d'observation; mêmes systèmes de nodales, mais ici avec des difficultés plus grandes d'appréciation; les lois des formes vibratoires sont les mêmes dans les deux cas et se résument en celle qui vient d'être énoncée; enfin il est facile de produire ici, comme sur les pellicules, des nodales harmoniques simultanées. »

OPTIQUE. — *Sur l'emploi de prismes à liquide dans le spectroscope à vision directe.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Les spectroscopes à vision directe produisent, par le grand nombre des prismes qui les forment, des pertes de lumière dues à l'absorption et aux réflexions sur les faces.

» La grande transparence m'a fait penser à l'emploi de prismes à liquide au lieu du flint très lourd et absorbant et du crown. J'emploie un prisme liquide de la forme ordinaire, et je colle sur le plan antérieur un prisme de quartz du même angle réfringent et disposé en sens opposé du prisme liquide. Ce prisme peut remplacer la plaque plan-parallèle de la face antérieure du prisme à liquide, tandis que la face postérieure porte, comme d'ordinaire, une plaque plan-parallèle.

» Les rayons tombent normalement sur la surface du prisme de quartz ou de crown très limpide, ou de flint très léger, qui y est accolé. Ils tombent alors sur l'autre face du prisme sous l'angle réfringent du prisme qui se trouve en contact avec le liquide, dont l'indice de réfraction moyen (D) est pris le même que celui du quartz ou du verre.

» C'est ainsi que la perte de lumière par réflexion à la surface antérieure, et de même à la surface postérieure, est réduite au minimum; il n'y reste que la perte inévitable due à l'absorption par le milieu réfringent.

» Le rayon (D) n'est pas dévié quand il entre dans le liquide; mais les rayons rouges et violets montrent, suivant les angles réfringents du prisme et suivant leur dispersion totale (H — A), des déviations à droite et à gauche du rayon moyen, qui peuvent atteindre 28° entre les rayons (A) et (H). Le tout forme un parallélépipède, et le rayon incident moyen (D) fait un angle droit avec la face antérieure du parallélépipède et le quitte dans la même direction.

» Les spectres ainsi obtenus sont tres intenses et les raies sont bien définies, car la position opposée des prismes réduit au minimum l'effet nuisible des imperfections de leurs faces planes.

» Un seul parallélépipède dédouble la raie D à l'œil nu, et à l'aide d'une petite lunette de Galilée, grossissant 5 fois, on distingue la différence de largeur de D_1 et D_2, et l'on voit facilement les raies extrêmes du rouge et les raies ultra-violettes, bien qu'il n'y ait que deux prismes de 60°. Un prisme double de 60°, formant un parallélépipède dispersif, montre quatre raies dans le spectre du lithium.

» Voici le Tableau des indices de réfraction du quartz et du mélange d'anéthol et de benzine que j'emploie :

	Quartz.		Mélange.
A	1,5390	A'	1,5290
D	1,5442	D'	1,5439
H	1,5582	H'	1,5912

» La dispersion absolue du mélange est 3,7 fois celle du quartz ; l'indice de réfraction de la raie (A) est plus petit pour le mélange que pour le quartz, tandis que les indices de réfraction pour la raie (H) diffèrent beaucoup en sens contraire. »

OPTIQUE. — *Photographie des couleurs, par teinture de couches d'albumine coagulée.* Note de MM. **Ch. Cros** et **J. Carpentier**, présentée par M. Desains.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie deux épreuves photographiques d'une aquarelle, en y joignant l'original, afin qu'il soit facile de constater la reproduction exacte des détails et des couleurs, malgré l'excès du sel de chrome, qui verdit un peu le fond des épreuves.

» Ces images sont obtenues au moyen de trois clichés d'après le même objet : clichés faits respectivement à travers un écran liquide orangé, un écran vert, un écran violet. Les opacités et les transparences, variant d'un cliché à l'autre, dans les parties homologues de l'image, servent à distribuer les quantités relatives de pigment rouge, jaune, bleu, composant les teintes variées du modèle.

» Les épreuves sont constituées, sur la glace support, par trois couches de collodion albuminé. On prépare ces couches en versant d'abord sur la glace du collodion contenant 2 ou 3 parties pour 100 de bromure de cadmium. On immerge ensuite la glace dans un bain d'albumine, fait de dix ou douze blancs d'œufs pour 1^{lit} d'eau.

» L'albumine se coagule dans la trame du collodion par l'action de l'alcool et du bromure de cadmium. On a ainsi constitué une couche très régulière d'une trame assimilable à celle du *coton animalisé* des teinturiers. Cette couche est imbibée de bichromate d'ammoniaque, puis séchée à l'étuve. Alors on applique sur la plaque ainsi sensibilisée un *positif* par transparence, et l'on expose pendant quelques minutes à la lumière diffuse. La plaque est lavée ensuite et plongée dans un bain colorant.

» Sous l'action de la lumière, le bichromate a fait subir à l'albumine, déjà coagulée, une seconde contraction, telle qu'elle ne se laisse plus imbiber ni teindre par les pigments appropriés. Mais, dans les parties protégées par les opacités du positif, la matière colorante pénètre et se fixe.

» Il est donc facile d'obtenir par ce moyen des images photographiques en toute espèce de couleurs. Ces images, produites sur glace, sont invariables dans leurs dimensions. Il suffit donc, pour nos tirages colorés, de répéter trois fois les opérations sur une même glace, en employant : 1° pour l'image obtenue à travers l'écran vert, un bain colorant rouge; 2° pour l'image de l'écran orangé, un bain de bleu; 3° enfin pour l'image de l'écran violet, un bain de jaune.

» Les mêmes écrans, les mêmes pigments servent à reproduire tous les sujets polychromes proposés. Nous sommes arrivés à établir, une fois pour toutes, les compositions des liquides tamiseurs et celles des bains colorants. Nous éclairons, pour cela, par une lumière électrique constante, un modèle trichrome invariable composé avec trois flacons remplis, l'un d'une solution saturée de chlorure de cobalt, le deuxième d'une solution saturée de chromate de potassium, le troisième d'une solution saturée de sulfate de cuivre.

» La lumière électrique nous donne encore deux éléments de précision. D'abord, dans l'obtention des clichés, les écrans sont placés *devant les lampes*, en sorte que l'objet, éclairé d'une lumière monochrome, est photographié avec un appareil ordinaire, sans l'interposition d'un milieu coloré qui arrête et diffuse un peu de lumière. Ensuite, lors des tirages, les temps de pose sont établis avec rigueur et inscrits sur chaque positif. Les tirages se font ainsi égaux par tous les temps et dans un local quelconque. »

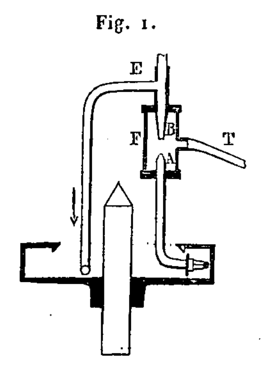
M. **Ed. Becquerel** fait observer, à l'occasion de la Communication de MM. Cros et Carpentier, qu'il ne s'agit pas, comme son titre semblerait l'indiquer, de la reproduction photographique immédiate des images avec les couleurs naturelles des corps, mais bien d'un tirage polychrome par voie d'impression photographique, dans lequel les teintes des images peuvent varier à volonté avec les nuances des matières colorantes employées et ne sont pas liées d'une manière nécessaire avec les couleurs des rayons actifs.

HYDRAULIQUE. — *Appareils pneumatiques : pnéole, spirelle.*
Note de M. F. DE ROMILLY.

« Les deux appareils pneumatiques que je soumets à l'Académie sont des appareils hydrauliques; ils ont pour trait commun l'entraînement de l'air par un courant d'eau, mais ils diffèrent absolument par leur mode d'action et leur forme.

» 1. *Pnéole.* — Le principe de cet appareil est celui-ci : Si l'on fait tomber un jet liquide sur une surface en repos du même liquide, l'air est entraîné dans sa profondeur, en bulles plus ou moins nombreuses; ces bulles remontent vers la surface. Mais, si le niveau liquide pouvait être placé au-dessus du jet, une fois produites, les bulles venant du bas ne pourraient plus retourner vers leur niveau d'origine. C'est là le principe; voici comment il est réalisé (*fig.* 1). Par un moyen quelconque un jet

Fig. 1.



liquide est lancé, et, pour la facilité de l'explication, je suppose que ce soit par la turbine dont j'ai donné la description à la séance de l'Académie du 13 juin. Il est lancé de bas en haut par un orifice circulaire A. Au-dessus, à quelque distance, concentriquement et normalement à ce jet, se trouve un orifice plus large B, dans lequel ce jet s'engage. Cet orifice est l'origine d'un cône divergeant peu à peu et terminé par un tube de peu de hauteur. Le cône se remplit d'abord par le liquide lancé et forme au-dessus du jet une masse liquide que la force du jet empêche de tomber. Le jet y pénètre, y entraîne l'air ou le gaz qui l'entoure en bulles nombreuses qui ne peuvent plus redescendre. Elles s'échappent par le haut, soit dans l'atmosphère, soit dans un récipient, si l'on veut les recueillir. Un tube E part latéralement du tube supérieur et ramène le liquide élevé à la turbine, qui le fera jaillir

de nouveau par une circulation incessante. A cause de la rapidité du courant, le tube supérieur peut lui-même se recourber et ramener ensemble liquide et bulles dans la turbine, où la séparation s'opérera. Le jet et les deux orifices sont contenus dans une petite chambre close H, communiquant par un tube avec le récipient à vider.

» Cet appareil ne saurait se confondre avec la trompe. Les deux appareils diffèrent par le principe même de leur fonctionnement. Dans la trompe les deux orifices sont presque de même diamètre et l'eau s'applique sur la paroi du tube récepteur, formé d'un cône très allongé, et c'est son adhérence qui détermine l'appel d'air. Si l'on retournait le nouvel appareil, l'orifice supérieur ne pourrait absolument pas servir comme trompe, car le jet y passerait librement, le diamètre étant trop grand pour que l'adhérence avec la paroi puisse se produire. L'appareil nouveau agit par entraînement et barbotage dans une masse liquide. On peut du reste, en retournant la trompe, produire le même effet; mais on conserve dans ce cas inutilement sa petite différence de diamètre. Ce serait alors le maintien d'une masse d'eau au-dessus du jet, qui constituerait une différence palpable entre les deux appareils.

» Voici les avantages du nouvel appareil :

» 1° L'appareil, une fois en marche, n'est pas troublé par la mise en communication subite avec l'air ambiant ou un grand récipient à vider, ce qui amène, avec la trompe, une rupture d'adhérence ou désamorçage.

» 2° Un autre avantage, celui-là capital, c'est de pouvoir faire le vide avec le mercure, expérience tentée sans succès avec la trompe. Le vide par l'eau est limité par la tension de vapeur d'eau. Avec le mercure, le vide est celui du baromètre. L'expérience en a été faite devant la Société de Physique (6 mai 1881). J'ajoute qu'il suffit, pour fonctionner, d'une quantité très petite d'eau ou de mercure. On peut encore se servir de la *pnéole* comme soufflerie et pour transvaser les gaz.

» 2. *Spirelle.* — La spirelle est entièrement plongée dans le liquide, eau ou mercure, circulant dans la turbine (ou dans un courant quelconque). Elle consiste simplement en une fente pratiquée sur un tube bouché du côté où il pénètre dans la turbine. Cette fente doit remplir certaines conditions. Elle doit être dirigée dans le sens du rayon ou parallèle à une génératrice du cylindre. Le bord de la fente sur lequel le liquide passe d'abord doit être relativement plus élevé que l'autre de quelques dixièmes de millimètre, de manière à former une petite cataracte.

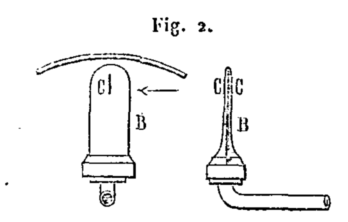
» Quant au plan des deux plages qui limitent la fente, le liquide allant

vers la fente doit trouver une plage droite ou légèrement montante, et, après la fente, une plage descendante.

» L'autre bout du tube est relié au récipient à vider.

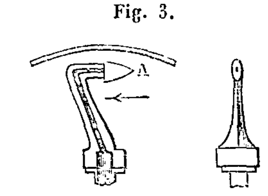
» La *spirelle* peut prendre des formes très variées. En voici deux exemples : 1° Le tube (*fig.* 2) prend à son extrémité l'aspect d'une lame

Fig. 2.



B à double tranchant coupant le courant. La fente C est rectiligne et règne dans la partie C immergée des deux côtés, au milieu du plat de cette sorte d'épée. 2° Une autre forme consiste en un appareil pisciforme, semblable à celui qui sert à monter l'eau, seulement un cône est fixé devant l'orifice, le recouvrant en le dépassant un peu par sa base, formant ainsi une fente circulaire, tandis que son sommet se présente au courant. On peut donner à cette *spirelle* la forme d'un ellipsoïde très aplati dans le sens de moindre résistance (*fig.* 3). »

Fig. 3.



CHIMIE. — *Sur le silicium.* Note de MM. **P. Schutzenberger** et **A. Colson**.

« Du silicium cristallisé, chauffé au rouge presque blanc dans une atmosphère d'acide carbonique, absorbe ce gaz rapidement. L'expérience a été faite dans un tube en porcelaine. Si l'on continue à renouveler l'acide carbonique tant qu'il y a absorption, on trouve le silicium converti en une masse blanche légèrement verdâtre, contenant encore quelques parcelles de silicium. On enlève facilement ce dernier par une digestion du produit pulvérisé avec une solution bouillante et moyennement concentrée de potasse caustique. Le résidu est partiellement attaquable par l'acide fluorhydrique qui dissout de la silice; une fraction notable résiste à cet

agent et présente, après lavage et dessiccation, l'aspect d'une poudre verdâtre, inattaquable par les lessives alcalines bouillantes et les acides, y compris l'acide fluorhydrique.

» Chauffé au rouge dans un courant d'oxygène, le corps ainsi isolé ne se modifie pas sensiblement et ne fournit en acide carbonique que 2 à 3 centièmes de carbone. Chauffé au rouge naissant avec de la litharge ou un mélange de chromate de plomb et de litharge, il provoque un vif phénomène d'incandescence, en même temps qu'il se dégage des quantités notables d'acide carbonique. Cette dernière expérience montre que le corps est carburé, bien que par combustion directe il ne fournisse que des traces d'acide carbonique.

» Le dosage du carbone a été effectué comme pour une analyse organique, en remplaçant l'oxyde de cuivre par un mélange de 2 parties de chromate de plomb et de 1 partie de litharge, le tout préalablement fondu ensemble. Sur une autre portion, le silicium a été transformé en silice, que l'on a dosée, par fusion au rouge sombre avec de la potasse pure.

» Les nombres trouvés conduisent exactement à la formule $(SiCO)^x$ et la réaction génératrice est la suivante :

$$Si^3 + 2\,CO^2 = SiO^2 + 2\,SiCO.$$

» Le même corps ou un corps analogue se forme, mais beaucoup plus lentement et à une température plus élevée, par l'union directe du silicium à l'oxyde de carbone.

» Ce résultat inattendu d'un corps contenant 21,4 pour 100 de carbone que l'oxygène n'attaque pas sensiblement au rouge conduisait naturellement à l'idée que le produit obtenu dans l'expérience de Woehler, en chauffant au blanc du silicium cristallisé dans un creuset entouré d'une brasque de charbon, produit envisagé jusqu'ici comme de l'azoture, pourrait également contenir du carbone dissimulé. En effet, la masse, privée entièrement du silicium inattaqué par lavage prolongé avec une solution bouillante de potasse, traitée ensuite par l'acide fluorhydrique qui dissout de la silice et un azoture blanc de silicium (1), laisse un résidu pulvérulent, vert bleuâtre, inattaquable par les lessives alcalines caustiques chaudes et concentrées et par les acides, y compris l'acide fluorhydrique. Chauffé au rouge pendant une heure dans un courant d'oxygène, il ne se modifie

(1) Le liquide, décanté et rendu alcalin par un excès de potasse, dégage beaucoup d'ammoniaque.

pas sensiblement et ne donne, comme le précédent corps, que quelques centièmes de carbone sous forme d'acide carbonique. Il en est de même avec l'oxyde de cuivre, tandis que la litharge, l'oxyde puce de plomb, le chromate de plomb additionné de litharge, le brûlent avec une vive incandescence et en développant un gaz contenant des vapeurs nitreuses et troublant abondamment l'eau de baryte.

» On a dosé dans ce corps : le carbone et l'hydrogène par la méthode d'analyse élémentaire, en remplaçant l'oxyde de cuivre par le mélange de chromate de plomb et de litharge; l'azote directement par la méthode des volumes de M. Dumas, en employant le même mélange; le silicium en fondant le produit au rouge naissant avec de la potasse pure qui le dissout en dégageant de l'ammoniaque. Les nombres trouvés, l'hydrogène étant égal à zéro, conduisent à la formule Si^2C^2Az.

» Les deux composés similaires $Si^2C^2O^2$ et Si^2C^2Az permettent d'admettre l'existence d'un radical *carbosilicium* Si^2C^2, tétratomique, donnant comme le carbone un bioxyde et un azoture comparables à CO^2 et à CAz.

» L'azotocarbure prend naissance toutes les fois que l'on chauffe au blanc du silicium cristallisé en contact avec du carbone ou un corps carburé dans une atmosphère d'azote, ou du silicium dans un courant de cyanogène. Il suffit, par exemple, de chauffer au rouge blanc, dans un tube en porcelaine et dans un courant d'azote, du silicium placé dans une nacelle en charbon de cornue, pour provoquer la formation de l'azotocarbure.

» Le silicium cristallisé, chauffé au rouge blanc sur une nacelle en porcelaine, dans un tube en porcelaine doublement vernissé et dans un courant d'azote pur, absorbe ce gaz et se convertit en une matière blanche. Celle-ci, débarrassée de l'excès de silicium par la lessive caustique, se dissout en partie dans l'acide fluorhydrique; la solution contient l'ammoniaque; le résidu insoluble, brûlé avec le mélange de chromate de plomb et de litharge, fournit de l'azote dont le volume, comparé au poids de la silice donné par fusion avec la potasse, conduit à la formule Si^2Az^3.

» En chauffant le produit de l'action de l'ammoniaque sèche sur le chlorure de silicium, au rouge naissant, dans un courant d'hydrogène, l'un de nous a obtenu une poudre blanche contenant 24 pour 100 de chlore et renfermant les éléments dans le rapport $Si^5Az^6Cl^2$. Cette poudre, chauffée au rouge dans un courant d'ammoniaque, perd la totalité de son chlore sous forme d'acide chlorhydrique, et laisse un résidu dont la composition répond assez exactement à la formule Si^2Az^3 ; il contient des quan-

tités sensibles d'hydrogène, et, comme il se dissout rapidement dans les solutions alcalines caustiques en dégageant son azote à l'état d'ammoniaque, ainsi que dans l'acide fluorhydrique, on ne peut l'assimiler à l'azoture Si^2Az^2 obtenu directement et à haute température. D'après son mode de formation, il doit être représenté par Si^2Az^3H, l'azoture direct étant $2(Si^2Az^3)$. On aurait :

$$5SiCl^4 + 24AzH^3 = 18(ClHAzH^3) + Si^5Cl^2Az^6,$$

$$2(Si^5Cl^2Az^6) + 7AzH^3 = 4(AzH^4Cl) + 5Si^2Az^3H.$$

Il existerait donc un radical Si^2Az^3 monoatomique dont le dérivé du chlorure de silicium serait l'hydrure. Le composé $Si^5Az^6Cl^2$ peut être envisagé comme constitué de la façon suivante :

$$SiCl^2 \begin{cases} Si^2Az^3 \\ Si^2Az^3 \end{cases}. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un éther cyanique du bornéol.* Note de M. A. **Haller**, présentée par M. Wurtz.

« Cet éther a été extrait pour la première fois des résidus de la préparation du camphre cyané ([1]). Pour le produire, on fait passer jusqu'à refus un courant de cyanogène bien sec dans une solution d'un mélange de camphre sodé et de bornéol sodé, préparé d'après les indications de M. Baubigny. Le liquide saturé est lavé à l'eau pour enlever le cyanure de sodium, et après décantation on épuise la solution par de la soude caustique pour extraire le camphre cyané. Le carbure retient en dissolution le camphre non attaqué ainsi que le composé cherché.

» Pour isoler ce dernier, on chasse par distillation le toluène, ainsi que la majeure partie du camphre, et le résidu visqueux qui reste est épuisé par l'eau bouillante. Par refroidissement, la solution aqueuse laisse déposer des aiguilles soyeuses qu'on recueille sur un filtre et qu'on fait cristalliser dans l'alcool. Ainsi que l'a montré M. Baubigny, dans l'action du sodium sur le camphre, il se forme un mélange de camphre sodé et de bornéol sodé. Si l'on traite ce mélange par du cyanogène, il peut donc se former un mélange de camphre cyané et de bornéol cyané, en vertu de l'équation suivante :

$$C^{10}H^{15}NaO + C^2Az^2 = CAzNa + C^{10}H^{15}CAzO,$$

$$C^{10}H^{17}NaO + C^2Az^2 = CAzNa + C^{10}H^{17}CAzO.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 843.

Pour démontrer que ce composé est bien un dérivé du bornéol, on l'a préparé en partant de ce dernier.

» A cet effet, on a fait agir sur une solution de bornéol dans du toluène le dixième de son poids de sodium, et, la dissolution opérée, on l'a traitée par un courant de cyanogène. On a lavé à l'eau, décanté et chassé par distillation le carbure ainsi que la majeure partie du bornéol en excès. Dans cette dernière opération, il faut éviter de dépasser la température de 140° à 150°. Le résidu est traité comme ci-dessus par l'eau bouillante. Les produits obtenus dans les deux cas ont même composition, la même forme cristalline, les mêmes propriétés chimiques et ne diffèrent que par leur pouvoir rotatoire.

» *Analyse*. — Les nombres qui figurent en I et II ont été obtenus avec un produit tiré des résidus de camphre cyané. Ceux de la troisième colonne correspondent à un échantillon préparé avec du bornéol

	I.	II.	III.	Calculé $C^{11}H^{19}AzO^2$.
C.........	66,68	67,49	66,66	67,00
H.........	10,00	10,28	9,94	9,64
Az.........	7,32	7,05	»	7,10

La formule $C^{11}H^{19}AzO^2$ est celle d'un éther cyanique du bornéol plus 1^{mol} d'eau, ou celle d'une combinaison de bornéol et d'acide cyanique. Les cristaux qui se déposent de la solution alcoolique sont blancs, durs et appartiennent au système clinorhombique. Les mesures effectuées avec le concours de mon ami M. Wohlgemuth ont donné les résultats suivants [1] :

	Observé.	Calculé.
	° ′	°
* *mm*.................	82.18	»
mg^1.................	»	138.51
pg^1.................	90. 0	»
* *po*.................	147. 4	»
pm.................	93. 7	»
mo.................	114.32	»
* *pc*.................	142.25	»
eg^1.................	»	127.35
ce.................	»	75.10
me.................	119.41	»
em^1.................	114.31	»

(1) Les angles marqués d'un astérisque ont servi de base pour les calculs.

Les dimensions du prisme ont été déterminées avec la facette o. Elles sont $b:h::1000:517,968$.

Demi-diagonale horizontale.........	656,754
Demi-diagonale oblique...........	754,105
Angles plans des bases............	82°6′20″
Angles plans des faces latérales.....	93°34′20″
Inclinaison du prisme.............	4°44′22″

Les formes observées sont $pm, pmo^1\frac{e^1}{2}, pmg^1o^1\frac{e^1}{2}$.

» Deux sortes d'hémiédrie ont été remarquées dans ces cristaux. Ainsi la facette e n'a jamais été observée sur les deux angles de gauche. De plus, il y a des cas où il se présente une hémiédrie quant à la modification g^1. En général, cette facette se trouve à gauche seulement, et dans quelques cas très rares on l'aperçoit à droite ; elle paraît alors faire défaut à gauche, de sorte qu'on peut encore ajouter aux formes observées ci-dessus les hémièdres $pm\frac{g^1}{2}o^1\frac{e^1}{2}$. Le cyanate de bornéol est insoluble dans l'eau froide, un peu soluble dans l'eau bouillante, très soluble dans l'éther, l'alcool, la benzine, le chloroforme. Il fond vers 115° et se sublime déjà en partie à la température du bain-marie. Ses solutions alcooliques dévient la lumière polarisée à droite, mais son pouvoir rotatoire est variable avec la préparation. Ainsi deux échantillons retirés des résidus de camphre cyané ont donné les nombres suivants :

$$[\alpha]_D = 24°42', \quad [\alpha]_D = 22°10',$$

tandis que deux autres échantillons, provenant l'un d'un bornéol $[\alpha]_D = 13°13'$ et l'autre d'un camphol à pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = 9°4'$, ont accusé au polarimètre un pouvoir $[\alpha]_D = 32°55'$ et $[\alpha]_D = 33°39'$.

» Ces faits n'ont rien qui doivent surprendre, depuis que l'on sait, d'après les travaux de M. de Montgolfier, que le bornéol obtenu d'après la méthode de M. Baubigny est un mélange de bornéol droit et de bornéol gauche instable. Il est probable que le produit retiré des résidus de camphre cyané est un mélange de cyanate droit et de cyanate gauche instable.

» *Propriétés chimiques.* — Fondu avec de la potasse, le cyanate de bornéol se décompose en donnant du camphol, du carbonate de potasse et de l'ammoniaque. Sa solution dans l'alcool absolu, chauffée avec la quantité théorique de potasse caustique, laisse déposer par refroidissement du cyanate de potasse qu'on a caractérisé, d'une part, en le transformant en cyanure de potassium, et d'autre part en le faisant passer à l'état d'urée au

moyen du sulfate d'ammoniaque. La solution alcoolique retient en dissolution du bornéol.

» Chauffé dans un courant d'acide chlorhydrique sec, il se décompose en chlorhydrate d'ammoniaque et en un composé chloré à odeur de térébenthine, et qui est sans doute de l'éther chlorhydrique $C^{10}H^{17}Cl$. Chauffé à une température de 200°-210°, il se scinde en bornéol et acide cyanurique. La nature de cet acide a été déterminée par le précipité violet pourpre qu'il donne avec le sulfate de cuivre ammoniacal. De l'ensemble de ces caractères on peut conclure que le produit étudié est un éther cyanique du bornéol ou une combinaison du bornéol avec l'acide cyanique.

» Les conditions de formation de ce composé permettent d'entrevoir un nouveau mode de production des éthers cyaniques. Je me propose, en effet, de faire agir le cyanogène sur les alcoolates et les phénates alcalins, dans le but de préparer cette classe d'éthers.

» D'autre part, les propriétés physiques de ce dérivé du camphol droit me font espérer pouvoir produire, dès que je posséderai du bornéol gauche de garance, du camphol cyané gauche à facettes hémiédriques, et un racémique. Je confirmerai par là, une fois de plus, les idées émises par M. Pasteur dans ses remarquables recherches sur les acides tartriques.

» Enfin, ce caractère cristallographique me permettra aussi, je l'espère, d'élucider la nature des camphres de romarin, de lavande, du bornéol de succin, qui sans aucun doute sont des mélanges de gauche et de droit, ou de droit et d'inactif. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le rôle de l'acide phosphorique dans les sols volcaniques.* Note de M. L. Ricciardi.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans sa séance du 6 juin dernier, M. P. de Gasparin me fait l'honneur de s'occuper d'un travail récent que j'ai publié sur le rôle de l'acide phosphorique dans les sols volcaniques. Il résulte de cette analyse que M. de Gasparin n'a connu mon Mémoire que par des comptes rendus incomplets ou inexacts et qu'il n'a pas eu l'original sous les yeux. Je n'attribuais pas à mes recherches une importance telle qu'elles dussent être communiquées à un savant aussi éminent que M. de Gasparin; cette omission est aujourd'hui réparée, et j'espère qu'après avoir pris connaissance de mon Mémoire il voudra bien revenir sur l'idée qu'il s'en était faite et qui a dicté sa relation à l'Académie.

» M. de Gasparin m'attribue tout d'abord un mérite que je n'ai pas, celui d'avoir découvert dans les laves de l'Etna un nouveau minéral, l' « anitrite phosphorique », tandis que dans mon Mémoire je me range à l'opinion de Waltershausen, qui ne trouve dans ces laves que cinq minéraux proprement dits : le labradorite, l'augite, la magnétite, l'olivine et l'apatite. Peut-être M. de Gasparin aura-t-il voulu parler de l'anhydride phosphorique (Ph^2O^5), nom sous lequel Berzélius désigne l'acide phosphorique anhydre des chimistes français. Je n'ai donc pu attribuer à ce prétendu minéral « la fertilité extraordinaire et la mise en production rapide » des terrains éruptifs de l'Etna ».

» L'éminent rapporteur rappelle ensuite à l'Académie que la richesse en acide phosphorique des terrains volcaniques anciens et modernes est un fait acquis depuis longtemps à la Science, et je ne l'ignorais pas moi-même. Cependant aucun des chimistes qui ont analysé les laves de l'Etna n'en fait mention : Kennedy, Lowe, Roth, Fouqué et tous les autres cités dans l'Ouvrage de Waltershausen, publié à Leipzig en 1880, sont muets à cet égard. Si je ne me trompe, Fawnes, en 1844, fut le premier à étudier, au point de vue de la composition chimique, les roches d'origine ignée et à constater la présence de l'acide phosphorique dans un grand nombre d'échantillons qu'il soumit à l'analyse. Après lui, Sainte-Claire Deville en trouva quelques traces dans les laves de 1853, et Élie de Beaumont, en 1855, signalait la présence de cet acide dans les laves du Vésuve et de l'Etna, attribuant au phosphate de chaux et aux alcalis l'extrême fertilité des terrains qui en dérivent. En le dosant, j'ai démontré qu'il entre pour 3 pour 100 en moyenne dans la composition de ces laves, et j'ajoute qu'on doit à cette quantité relativement considérable d'acide phosphorique la transformation de vastes déserts en des champs fertiles gagnés par l'agriculture. M. de Gasparin n'est pas de cet avis : il prétend qu'un excès d'acide phosphorique n'ajoute rien à la productibilité d'un terrain, laquelle dépend surtout, selon lui, de la concomitance des formations boueuses et du climat. Cependant il existe sur l'Etna des endroits où l'on ne trouverait pas un atome d'argile ou de terre végétale et où l'olivier et le figuier d'Inde se développent parfaitement dans les interstices de la roche nue.

» Quand on étudie de près les terrains volcaniques, on voit que les premières traces de végétation qui apparaissent sur les laves les plus récentes sont fournies par des cryptogames, dont les rhizomes commencent le travail de désagrégation de ces roches; or les lichens qui recouvrent certains terrains de l'Etna ne suffiraient pas à leur procurer la quantité de matières

organiques nécessaire à la culture de plantes variées, et si, comme je viens de le dire, l'olivier prospère sur les roches les plus dénudées, où puise-t-il sa vitalité, si ce n'est dans l'acide phosphorique et les alcalis qu'elles lui fournissent en abondance?

» Pour démontrer la richesse de ces plantes en acide phosphorique, je ne citerai qu'un exemple résultant d'analyses que j'ai faites d'un citronnier cultivé sur la lave préhistorique *Larmisi* de la station de Catane :

	Anhydride phosphorique en centièmes.
Tronc	14,78
Feuilles	4,59
Péricarpe	6,04
Mésocarpe	14,88
Suc	9,42
Graines	28,08

» N'est-il pas évident que ces plantes ont tiré leur acide phosphorique du terrain provenant de la désagrégation des roches volcaniques? M. de Gasparin conteste le fait dans sa savante publication intitulée *Cours d'Agriculture* (t. I, p. 224 et suiv.), et c'est à la potasse et à la soude qu'il attribue la fertilité des terrains volcaniques. Quant au petit Traité publié en 1872, j'avoue qu'il n'est pas venu jusqu'à moi.

» En terminant, et tout en m'inclinant devant la compétence de M. de Gasparin en matière de Chimie agricole, je me permettrai de ne point partager entièrement son opinion relativement au rôle de l'acide phosphorique dans les phénomènes de la végétation.

» Du reste, l'extrême importance de cet agent avait été constatée avant moi par de Saussure, Boussingault, Liebig, le duc de Richmond et beaucoup d'autres. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le sol volcanique de Catane.* Note de M. V. TEDESCHI DI ERCOLE. (Extrait.)

« Quelque temps après la publication de la Brochure de M. Ricciardi, j'en ai annoncé l'apparition par une correspondance au *Journal des Débats*. En cette occasion, je me suis borné à dire que M. Ricciardi est le premier naturaliste qui ait signalé la présence *en fortes doses* de l'anhydride phosphorique dans les laves de l'Etna, et qu'il attribue *surtout* aux fortes

proportions de cette substance la fertilité très grande des terrains qui proviennent de la désagrégation desdites laves.

» Il est probable que M. de Gasparin a pris ma correspondance pour un résumé complet de l'Ouvrage de M. Ricciardi.

» M. Ricciardi n'a pas négligé, comme l'a écrit M. de Gasparin, le rôle de la potasse. En effet, après avoir tenu un compte rigoureux des différentes proportions d'oxyde de potassium qu'il a trouvées dans les laves, le professeur Ricciardi ajoute (p. 27) : *Personne ne peut douter de l'importance de la potasse dans l'agriculture après les brillants résultats obtenus par Knop, Noble*, etc. Et, quelques lignes plus bas, il ajoute : *Ce sont donc l'anhydride phosphorique, les sels ferriques et la potasse qui donnent aux terrains des environs de Catane un degré de productivité si considérable* (p. 28). »

PHYSIOLOGIE. — *Des phénomènes unilatéraux, inhibitoires et dynamogéniques dus à une irritation des nerfs cutanés par le chloroforme.* Note de M. **Brown-Séquard.**

« J'ai trouvé, depuis plus d'un an, que le chloroforme, le chloral anhydre et d'autres substances toxiques, placés sur la peau ou injectés sous elle, peuvent produire, par l'irritation des nerfs cutanés ou de leurs troncs, des phénomènes généraux ou locaux caractérisés soit par la perte ou la diminution d'une activité ou d'une propriété, soit par une augmentation notable de ces puissances. Des expériences extrêmement nombreuses et variées sur des chiens, des chats, des cobayes, des lapins et sur deux singes m'ont montré que c'est en grande partie par suite d'une influence exercée sur les nerfs cutanés et leurs troncs que se produisent les phénomènes inhibitoires et dynamogéniques que j'ai étudiés. Le passage de ces substances dans le sang leur permet sans doute d'agir aussi sur d'autres parties de l'organisme que celles où elles sont appliquées ou injectées. Les preuves abondent qui font voir que l'irritation périphérique de quelques nerfs joue un très grand rôle dans la production des effets dont je me suis principalement occupé, et que l'action de ces substances après leur absorption ne fait souvent que rendre cette production plus facile.

» Parmi les preuves que je puis donner à cet égard, je me bornerai pour aujourd'hui à montrer que le chloroforme, mieux peut-être que les autres substances dont j'ai recherché le mode d'action, est capable, lors-

qu'on l'applique sur la peau, de produire des phénomènes unilatéraux qui ne peuvent pas dépendre de la présence de cet agent toxique dans le sang et qui s'expliquent au contraire parfaitement en admettant que ces substances produisent une irritation des nerfs cutanés.

» Avant de mentionner ces phénomènes, il importe de dire que les animaux qui ont été soumis à l'influence de ce liquide sur la peau ne pouvaient alors en inhaler les vapeurs. Ils recevaient de l'air leur arrivant d'une chambre très éloignée de celle où l'expérience se faisait. Cet air était poussé vers eux avec force et dans un large tube où plongeaient leurs têtes. Le chloroforme, absorbé par les vaisseaux de leur peau, était exhalé par leurs poumons et chassé du tube par lequel ils recevaient de l'air, grâce à l'impulsion donnée à celui-ci par un appareil d'insufflation. Dans un grand nombre de mes expériences j'ai appliqué le chloroforme goutte à goutte, mais en quantité considérable, sur une portion très étendue de l'épaule et du cou, du thorax ou de l'abdomen, ou enfin de la partie lombo-sacrée, sur l'un des côtés du corps. Des différences considérables ont été observées dans les effets produits, suivant que le chloroforme était appliqué sur l'une ou sur l'autre de ces parties. Dans quelques cas j'ai vu se produire les effets généraux ou unilatéraux qui résultent surtout ou entièrement de l'irritation des nerfs cutanés, bien que le chloroforme n'eût été appliqué que sur une portion peu considérable de la peau, à l'aide d'une large éprouvette pleine de ce liquide et pressée fortement contre le thorax ou l'abdomen d'un côté, de façon à maintenir le liquide au contact de la peau jusqu'à l'apparition des effets généraux.

» Voici maintenant les effets unilatéraux que j'ai observés jusqu'ici. Leur variété de siège et de nature est tout à fait en harmonie avec ce que l'on sait des effets de l'irritation des nerfs périphériques chez l'homme et chez les animaux, soit à la peau, soit dans l'intestin.

» 1° Presque toujours on constate, au moment de l'application du chloroforme, une contraction réflexe du muscle peaucier, au voisinage de cette application.

» 2° Des mouvements involontaires ou de la contracture se montrent dans presque tous les cas, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre : ainsi j'ai constaté du nystagmus du côté correspondant à l'application du chloroforme chez un chien et chez un lapin ; du strabisme dans l'œil gauche chez un cobaye ayant reçu du chloroforme sur l'épaule droite ; des déviations d'un œil chez deux cobayes, et des deux yeux, mais en sens inverses l'un de l'autre,

chez un troisième, la déviation ayant lieu, chez l'un des deux premiers, du côté correspondant, chez l'autre du côté opposé; de la contracture dans les deux membres du côté opposé chez un chien, et dans ceux du côté correspondant chez deux chiens et chez un cobaye (qui avait en même temps de l'opisthotonos) et de la contracture dans le membre postérieur du côté correspondant chez un chien, et dans le membre antérieur du côté opposé chez un cobaye et chez un chien; du pleurosthotonos du côté correspondant chez deux cobayes; des convulsions de la face du côté correspondant chez un chien et chez deux cobayes; des tremblements limités aux deux membres ou à l'un des deux du côté correspondant chez deux cobayes; des tremblements limités au membre postérieur du côté correspondant chez un cobaye, du côté opposé chez un autre (c'est dans ce dernier membre que commencent d'ordinaire les tremblements qui existent presque toujours après une application suffisamment prolongée de chloroforme sur la peau); du tournoiement ou du roulement sur le côté correspondant chez quatre cobayes, deux chiens et un chat.

» 3° Des phénomènes inhibitoires ou paralytiques se montrent tantôt du côté correspondant, tantôt du côté opposé. Ainsi j'ai constaté : de l'hémiplégie du côté correspondant chez deux cobayes et un chat, et du côté opposé chez un cobaye; de l'hémiplégie spinale avec tous ses caractères (paralysie avec hyperesthésie et élévation de température d'un côté et anesthésie de l'autre) chez deux cobayes; de la paralysie d'un des membres du côté correspondant chez un chien, chez deux chats et chez deux cobayes; de la paralysie du membre abdominal du côté opposé chez un cobaye; de la paralysie de l'abdomen du côté correspondant chez un grand nombre de cobayes, chez deux chiens et chez trois chats, et du côté opposé chez un cobaye; de la paralysie de la moitié correspondante du thorax chez deux chiens; de la paralysie des mouvements respiratoires d'une narine du côté correspondant chez un chat et chez trois cobayes, et de celle du côté opposé chez un cobaye; de la paralysie vasomotrice de l'un ou des deux membres du côté correspondant chez cinq cobayes; de l'anesthésie de l'un ou des deux membres du côté correspondant chez trois cobayes et un chat, et du côté opposé chez un cobaye; une perte plus ou moins complète de la faculté réflexe dans l'un ou dans les deux membres du côté correspondant chez cinq cobayes.

» 4° Des phénomènes inhibitoires ou dynamogéniques pleins d'intérêt montrent que l'un des nerfs phréniques et la moitié du diaphragme qu'il anime peuvent perdre de leur excitabilité à un degré quelquefois considé-

rable, tandis que l'autre nerf phrénique et l'autre moitié du diaphragme gagnent au contraire en excitabilité, quelquefois à un très haut degré. En même temps des changements ont lieu, qui font que l'excitabilité de ces nerfs et l'irritabilité du diaphragme durent, après la mort par asphyxie, bien moins d'un côté et bien plus de l'autre que chez des animaux tués également par asphyxie et ayant aussi été soumis à l'action du chloroforme, mais par inhalation. Ces remarquables effets se montrent presque constamment lorsqu'on a appliqué du chloroforme sur la peau du thorax. En général (au moins quatre fois sur cinq), c'est dans le côté correspondant que l'excitabilité du nerf phrénique et l'irritabilité du diaphragme augmentent, quant à leur degré et à leur durée, et c'est dans le côté opposé que les propriétés du nerf phrénique et du diaphragme sont inhibées. Ainsi que je l'ai trouvé, des irritations physiques, chimiques et autres des nerfs de la peau du thorax déterminent des effets analogues à ceux du chloroforme sur les nerfs phréniques et sur le diaphragme. Des changements analogues sont aussi produits par le chloroforme, appliqué sur la peau, dans l'excitabilité des nerfs des membres et l'irritabilité musculaire dans ces parties. Il y a de l'augmentation de ces propriétés d'un côté alors qu'il y a de la diminution dans l'autre.

» *Conclusion.* — De ces différents faits, il ressort que le chloroforme, appliqué sur la peau, peut produire à distance, dans les centres nerveux et dans les nerfs et les muscles, des effets extrêmement variés, inhibitoires, dynamogéniques et autres, et que ces effets doivent être considérés comme résultant surtout, et souvent entièrement, d'une irritation des nerfs cutanés. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelle méthode d'excitation électrique des nerfs et des muscles.* Note de M. A. D'ARSONVAL.

« L'électricité est constamment employée en Physiologie pour mettre en jeu l'excitabilité des nerfs et des muscles; il serait, par conséquent, de la plus grande importance de pouvoir graduer les excitations électriques, de façon à rendre comparables entre eux les travaux des différents expérimentateurs. On pourrait ainsi répéter les expériences et contrôler certaines affirmations qui échappent à la critique, faute de pouvoir se placer dans des conditions physiques identiques.

» Nous sommes malheureusement loin d'un pareil état de choses, et l'on se contente presque toujours, dans le protocole d'une expérience, des

désignations suivantes : le courant excitateur employé était faible, moyen ou fort, ce qui est, comme toute appréciation subjective, le comble de l'arbitraire. Le physiologiste n'est même pas sûr d'avoir des expériences comparables en se servant toujours du même appareil.

» On emploie généralement les courants induits, et l'on sait que leur énergie dépend d'une infinité de facteurs constamment variables pendant la marche de l'instrument, tels que : potentiel et résistance de la pile, rapidité des oscillations de l'interrupteur, fermeture plus ou moins longue du circuit, propreté plus ou moins parfaite des contacts, etc.

» Dans l'appareil le plus usité (chariot de du Boys-Reymond), le mode de graduation est parfait; il consiste à éloigner graduellement la bobine induite de la bobine inductrice, de manière que l'énergie du courant induit décroisse sans discontinuité depuis un maximum jusqu'à zéro. Tout serait donc pour le mieux si l'on pouvait donner au courant inducteur une valeur mathématiquement définie, toujours facile à reproduire. Cette condition est réalisée par le dispositif que je décris ci-dessous.

» D'autre part, il faut réduire l'excitation électrique à une excitation *purement mécanique;* et, pour cela, supprimer, dans le courant induit, toute action chimique qui modifierait la constitution du nerf, et, par suite, son excitabilité. Il faut également que le courant induit ait *un sens neutre,* qu'on me passe cette expression qui rend bien ma pensée, de façon qu'il n'y ait ni pôle positif ni pôle négatif.

» Toutes ces conditions sont réalisées dans l'appareil suivant, qui se compose : 1° d'une pile; 2° d'un condensateur; 3° d'un appareil d'induction à chariot; 4° d'une clef de Morse oscillante servant d'interrupteur.

» 1° La pile est composée de 20 couples au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc, modèle médical de Gaiffe; sa tension polaire peut varier de $1^{\text{volt}},5$ à 30 volts; elle sert à charger le condensateur.

» 2° Le condensateur se compose d'un *microfarad* divisé en dixièmes; il est placé dans le socle de l'appareil d'induction.

» 3° La bobine d'induction est du modèle du Boys-Reymond, à glissière; elle est seulement mieux isolée.

» 4° La clef de Morse oscillante met en rapport le condensateur tantôt avec la pile, tantôt avec le fil inducteur de la bobine fixe. Elle est analogue à celle que j'ai employée pour constater, à l'aide du téléphone, la présence d'un courant continu dans les nerfs et les muscles [1].

» *J'emploie comme courant inducteur la décharge d'un condensateur de*

---

[1] *Téléphone employé comme galvanoscope* (*Comptes rendus,* avril 1874).

capacité connue, chargé à un potentiel connu. La quantité d'électricité mise en jeu est donc ainsi mathématiquement dosée. Ce courant inducteur instantané, pouvant être assimilé à un courant qui commence et à un courant qui finit, donne naissance dans le second fil à deux courants instantanés, *de quantité égale, mais de sens inverse, qui, par conséquent, s'annulent au point de vue chimique et au point de vue de la direction.*

» L'excitation se réduit par conséquent à un effet purement mécanique de l'électricité, effet qui sera toujours le même pour une même distance de la bobine induite et pour une même valeur du courant inducteur.

» Depuis que je me sers de cette méthode, j'ai constaté des phénomènes très curieux en comparant les effets du condensateur employé directement à ceux du courant induit; je les ferai connaître dans une prochaine Note.

» J'ajoute que tous les appareils construits sur ces données par M. Gaiffe peuvent être rendus absolument identiques par des procédés très simples de graduation, que je ferai connaître en parlant de leurs effets (1). »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'étiologie et la pathogénie de la variole du pigeon, et sur le développement des microbes infectieux dans la lymphe.* Note de M. **Jolyet**, présentée par M. Vulpian.

« Nos expériences, faites avec la collaboration de MM. Delâge et Lagrolet, ont pour but d'éclairer l'étiologie et la pathogénie de la variole ou *picote* des pigeons et de faire connaître le mode d'envahissement de l'organisme dans quelques affections virulentes.

» Nous ne décrirons pas ici la variole des pigeons, bien connue des éleveurs, et dans laquelle d'ailleurs on distingue les quatre périodes ordinaires de la variole humaine, et nous arriverons de suite aux faits de notre Communication, à savoir le développement des microbes dans le sang et la lymphe, corrélativement à la marche et à l'évolution de la maladie.

» L'examen microscopique du sang des pigeons atteints de variole montre que ce liquide contient un nombre infini de microbes vivants. Cette altération est constante et se retrouve chez tous les pigeons atteints, soit que la maladie se développe spontanément en apparence, soit qu'elle résulte d'une inoculation, comme nous le dirons tout à l'heure.

» Quand on étudie le développement des microbes dans le sang, on observe des particularités dignes d'être notées ici. Le premier point impor-

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Médecine du Collège de France.

tant consiste dans le développement progressif des organismes élémentaires en rapport avec le développement de la maladie. Leur apparition dans le sang précède toujours l'apparition des phénomènes morbides. Ce fait est surtout facile à constater chez le pigeon, à la suite de l'inoculation variolique sous la peau, faite avec l'aiguille à vacciner, soit au moyen du sang d'un animal malade, soit au moyen du liquide concret des pustules.

» Si l'on examine chaque jour, à partir de l'inoculation, le sang des pigeons au microscope, voici ce qu'on observe : le premier et le deuxième jour, souvent le troisième jour, le sang ne présente rien d'anomal en apparence; toutefois, vers la fin du troisième jour, un examen attentif dénote déjà la présence des microbes dans le sang; les jours suivants, le développement parasitaire augmente d'une façon excessive, et, lorsque le pigeon présente les symptômes manifestes de la maladie, la préparation microscopique de sang offre des myriades de microbes en mouvement.

» Cette période de la maladie, correspondant au développement silencieux du microbe dans le sang, depuis le moment de l'inoculation jusqu'à l'apparition des phénomènes morbides, répond à la période dite d'incubation, période si caractéristique des maladies virulentes et contagieuses. L'invasion se prononce lorsque le microbe s'est multiplié et généralisé dans une certaine mesure. C'est à ce moment ou à l'intant qui suit de près l'éruption que l'on constate, à l'examen microscopique, le summum du développement des microbes. La troisième période ou l'éruption coïncide avec leur décroissance graduelle.

» Le pus concret des pustules renferme en abondance les microbes caractéristiques, doués, comme ceux du sang, de la propriété de faire évoluer la maladie sur les sujets sains auxquels on les inocule.

» Il résulte des faits précédents que pour nous la variole, au point de vue du développement parasitaire, est caractérisée par les périodes d'incubation et d'invasion ; la pustulation cutanée n'est qu'un des modes d'élimination du virus, qui peut manquer, comme nous le verrons tout à l'heure, ou être remplacé par une autre voie d'élimination.

» Sur un certain nombre de pigeons, en effet, on constate que cette éruption cutanée fait complètement défaut, alors que tous les autres phénomènes morbides s'accomplissent comme à l'ordinaire, et que souvent la mort de l'animal en est la conséquence. Or l'autopsie révèle alors une véritable pustulation intestinale.

» Les microbes varioliques, soit des pustules, soit du sang, cultivés dans

du bouillon de pigeon, ont fourni des liquides successifs de culture qui, inoculés, ont reproduit l'affection qui nous occupe.

» Mais c'est le sang (*in vitro*) et la lymphe qui sont les milieux de culture par excellence des microbes de la variole, soit des animaux, soit de l'homme, ainsi que de beaucoup d'autres microbes infectieux. Et cependant, si l'on examine le sang des sujets atteints de variole (homme, porc), on trouve qu'il ne contient qu'un nombre relativement faible de microbes, à tel point qu'il paraît difficile d'attribuer à ces organismes la cause première de la maladie. De même pour le charbon, chez beaucoup d'animaux, on ne trouve dans le sang qu'un petit nombre de bactéries, même au moment de la mort. Cela tient à ce que, sur l'animal vivant, le milieu dans lequel se multiplient ces organismes infectieux et au moyen duquel se généralise l'affection n'est pas le sang, mais le liquide lympathique. Des observations multiples nous permettent de l'affirmer aujourd'hui.

» Les faits signalés plus haut chez le pigeon ne sont point contradictoires et tiennent simplement à l'état rudimentaire du système lymphatique chez les oiseaux.

» L'expérience est des plus simples et des plus démonstratives. Nous tuons des animaux à divers moments de l'évolution de la maladie, et en particulier au deuxième ou troisième jour de l'incubation de la variole, à partir de l'inoculation, et nous allons à la recherche du canal thoracique; or, tandis que le sang est presque sain en apparence, la lymphe est remplie de microbes vivants.

» Des expériences semblables, exécutées sur des animaux réputés inaptes à prendre la variole (chiens, lapins) parce qu'ils n'ont pas la pustulation cutanée, nous ont donné des résultats identiques : une pullulation des microbes dans la lymphe, microbes caractéristiques, puisqu'ils sont susceptibles d'engendrer la variole éruptive et complète chez les animaux qui la possèdent naturellement. Nous ajouterons que le liquide céphalo-rachidien est un milieu dans lequel on constate également la présence abondante des organismes microscopiques.

» Enfin, et pour terminer, nous dirons que, si les microbes, dans le cours de la maladie infectieuse, ne se multiplient pas dans le sang en circulation, il y en existe toujours, et ils sont susceptibles de pulluler dans le sang au repos et recueilli directement de l'artère dans les ballons Pasteur stérilisés, en conservant d'ailleurs leurs qualités spécifiques.

» Dans une autre Communication, nous ferons connaître à l'Académie

les résultats plus complets de nos expériences d'inoculation de la variole chez le porc et le singe. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la nature des aliments sur le développement de la grenouille.* Note de M. E. YUNG.

« J'ai continué, ce printemps, les recherches expérimentales sur l'influence qu'exercent sur le développement des animaux les divers éléments qui constituent leur milieu physico-chimique ([1]), et j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats obtenus en opérant sur des têtards de la *Rana esculenta* qui, dès leur sortie de l'œuf, reçurent une nourriture spéciale.

» Tous les têtards mis en expérience étaient frères, c'est-à-dire issus d'une même ponte obtenue dans notre laboratoire le 24 mars; ils étaient, par conséquent, parfaitement comparables.

» Le 27 du même mois, les premières éclosions eurent lieu, et, le 1er avril, les jeunes furent placés, au nombre de cinquante, dans cinq vases de même surface d'aération et renfermant la même quantité d'eau.

» Toutes les conditions physico-chimiques (température, lumière, nature du liquide, etc.) furent soigneusement égalisées, à l'exception de la condition nourriture.

» Les têtards du premier vase (A) furent soumis à un régime purement végétal (algues d'eau douce soigneusement lavées). Dans le deuxième vase (B), ils ne reçurent d'autre aliment que la substance gélatineuse qui entoure l'œuf de grenouille et qui normalement sert de nourriture première au jeune têtard; cette substance fut remplacée plus tard, lorsqu'elle fut épuisée et qu'on ne put plus s'en procurer dans les marais d'alentour, par de l'albumine d'œuf de poule liquide. Les têtards du troisième vase (C furent nourris avec de la viande de poisson, et ceux du quatrième (D) avec de la viande de bœuf. Enfin, ceux du cinquième (E) reçurent de l'albumine d'œuf de poule coagulée ([2]).

» Dans chaque vase, la quantité de nourriture se trouvait en surabondance et fréquemment renouvelée.

([1]) Voir E. YUNG, *Influence des lumières colorées sur le développement* (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 998, et t. XCI, p. 440).

([2]) Un accident d'expérimentation m'empêche, pour le moment, de donner les résultats relatifs aux têtards nourris avec des graisses.

» Le degré du développement fut mesuré par les dimensions en longueur (de l'extrémité du museau à celle de la queue) et en largeur (à la hauteur des branchies) d'un certain nombre d'individus dans chaque vase.

» Des différences dans le développement se firent rapidement sentir et s'accentuèrent dans la suite.

» Voici les moyennes obtenues au 20 avril; elles sont exprimées en millimètres :

	Vase A.	Vase B.	Vase C.	Vase D.	Vase E.
Longueur........	16,8	17,66	29,00	29,33	25,83
Largeur..........	3,75	4,08	6,58	6,25	5,25

» On voit que déjà à cette époque (vingt jours après le commencement de l'expérience), les têtards nourris avec de la viande avaient acquis des dimensions à peu près doubles de ceux nourris avec des algues. Dans tous les cas, ils avaient accumulé dans leurs tissus une bien plus grande quantité de réserve alimentaire, comme le prouve l'expérience suivante :

» Trois têtards pris dans les vases extrêmes (vase A, algues; vase D, viande de bœuf) furent soumis à l'inanition à partir de ce 20 avril, dans une même quantité d'eau. Les trois têtards nourris jusque-là avec des plantes périrent les dixième, onzième et treizième jours qui suivirent leur privation de nourriture, tandis que ceux nourris à la viande de bœuf supportèrent l'inanition quarante-sept et cinquante-cinq jours. Le dernier vit encore, quoique extrêmement amaigri et raccourci, au moment où j'écris ces lignes (18 juin).

» Le 12 mai, les différences signalées plus haut se montraient toujours dans le même sens, mais celles entre les têtards nourris par les deux espèces de viande s'étaient accentuées, comme l'indiquent les chiffres suivants :

	Vase A.	Vase B.	Vase C.	Vase D.	Vase E.
Longueur........	18,33	23,16	38,00	43,50	33,0
Largeur..........	4,16	5,33	8,78	9,16	6,58

» Depuis lors tous les têtards élevés dans le vase B sont morts sans avoir subi aucune métamorphose, ce qui m'a convaincu que la substance gélatineuse qui enveloppe l'œuf de grenouille, ce lait du jeune têtard, est insuffisante pour le conduire à l'état de grenouille.

» Quant à ceux du vase A, les résultats ne sont guère plus réjouissants; ils sont actuellement réduits au nombre de quatre, de très petite taille encore. Aucun d'eux n'a pris les pattes postérieures, et il est à peu près

certain que leurs transformations ne s'achèveront pas sous l'influence du régime végétal.

» Par contre, les métamorphoses ont été obtenues en grand nombre dans les trois autres vases. Les premières petites grenouilles se sont montrées parmi les têtards nourris à la viande de bœuf, puis parmi ceux alimentés par la viande de poisson, et enfin parmi ceux qui avaient reçu pour nourriture exclusive le blanc d'œuf coagulé.

» Dans chacun de ces vases, cependant, j'ai noté des différences individuelles sur lesquelles j'aurai à revenir. J'indiquerai prochainement aussi quelques points intéressants de ces recherches, ceux en particulier relatifs à l'influence d'une nourriture spéciale sur la production des sexes et des monstres. Pour le moment je me contente de conclure :

» 1° Que les têtards de grenouille issus d'une même ponte se développent très différemment selon la nourriture qu'on leur accorde;

2° Que les aliments dont il est question ici avantagent le développement dans l'ordre suivant : viande de bœuf; viande de poisson; albumine d'œuf de poule coagulée; substance albuminoïde de l'œuf de grenouille; substances végétales (algues);

» 3° Que pour ce qui concerne ces deux dernières substances, elles sont insuffisantes pour transformer le têtard en grenouille;

» 4° Que, contrairement à une opinion générale, une substance purement albumineuse, telle que le blanc d'œuf, suffit au têtard de grenouille pour ses transformations. »

ZOOLOGIE. — *Métamorphose de la Pédicelline.* Note de M. **J. Barrois**, présentée par M. Robin.

« La plupart des auteurs ont admis jusqu'ici que la larve de la Pédicelline passait directement à l'adulte par simple allongement de sa partie inférieure (l'extrémité de sa face aborale), qui s'effilait pour former le pédoncule. En 1877, j'ai donné des figures montrant que les choses ne se passaient pas d'une manière aussi simple, et que, malgré la grande ressemblance des deux formes, les larves de Pédicellines étaient, comme toutes les autres, soumises à une période de modifications extrêmement profondes.

» Je n'avais pu alors suivre ces modifications; mes nouvelles recherches approfondies sur ce sujet me mettent aujourd'hui à même de donner du passage une description basée sur les faits observés.

» I. *Fixation.* — La fixation a lieu par le pôle oral et non pas, comme d'après les hypothèses émises, par l'extrémité (pôle aboral) du corps.

» II. Le tube digestif, accompagné d'une portion du vestibule, éprouve une rotation d'avant en arrière; à la suite de ce phénomène, l'intestin perd sa position horizontale et à ouvertures dirigées vers le bas qu'il possédait d'abord pour passer graduellement à deux autres positions : 1° l'une verticale et à ouvertures dirigées vers la face postérieure de la larve (qui, de même que chez les Escharines, devient la face antérieure de l'adulte); 2° l'autre horizontale et à ouvertures dirigées vers le haut.

» La première position représente un état tout à fait analogue au Loxosoma, avec anus en haut et œsophage en bas; la seconde est celle de la Pédicelline.

» III. Tandis que le tube digestif subit cette rotation, le vestibule se divise en trois parties distinctes : 1° l'inférieure, qui porte la couronne et dont les éléments viennent former la glande du pied, visible aussi à une certaine époque chez la Pédicelline; 2° la supérieure, qui suit le tube digestif et s'isole pour former la chambre tentaculaire; c'est cette portion qui donnera naissance aux tentacules; elle se met plus tard en relation avec l'extérieur, à l'aide d'une invagination en forme de fente de l'exoderme; 3° la portion moyenne, qui entre en dégénérescence pour donner naissance à la masse de globules, qui remplit au début la cavité du pédoncule et dont chacun se transforme ensuite en une cellule étoilée et prétendu système nerveux colonial.

» IV. Restent les deux organes énigmatiques de l'exoderme (organes des sens), auxquels un auteur récent, Hatscheck, fait jouer un si grand rôle. Ce ne sont, suivant moi, que des organes provisoires; tous deux sont rejetés sur la face dorsale, où ils finissent par disparaître peu à peu. Sans doute il faut voir, dans les deux soies décrites par Salensky sur la face dorsale du *Loxosoma crassicauda*, le reste de l'organe des sens antérieur, qui, d'après mes recherches, vient occuper cette place. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation du kyste dans la trichinose musculaire.* Note de M. J. Chatin, présentée par M. Milne Edwards.

« L'étude du kyste qui isole la trichine des tissus où doit s'accomplir la période larvaire de son existence a été à peine ébauchée, il y a une vingtaine d'années, à une époque où les recherches d'histogénèse et de différenciation tissulaire étaient trop peu avancées pour qu'on pût apprécier exactement les phénomènes essentiels qui dominent l'ensemble de cette néoformation.

» Décrivant le kyste tantôt comme constitué aux dépens du tissu con-

tractile et tantôt comme « sécrété » par le nématode, les auteurs se sont simplement attachés à relever quelques dissemblances dans l'épaisseur ou dans l'aspect de ses parois, sans déterminer aucunement sa véritable origine. Pour être assuré de pouvoir interpréter celle-ci avec une rigueur suffisante, il convient de suivre la trichinose dans ses différentes phases et d'en observer les effets, soit sur les animaux qui meurent naturellement au cours de l'affection ou dans ses premières périodes, soit sur des sujets sacrifiés à des époques variables après le début de la maladie.

» Parvenu dans les muscles, l'helminthe ne tarde pas à contracter des adhérences avec le tissu interfasciculaire, dans lequel on remarque de rapides modifications : les éléments connectifs perdent toute valeur propre; leurs parties essentielles s'hypertrophient, et, devant l'accroissement du protoplasma, le tissu semble disparaître pour n'être plus représenté que par une masse amorphe. Toutefois, ce dernier qualificatif ne saurait s'appliquer ici, car on découvre des noyaux disséminés dans la masse, qui se trouble même légèrement par l'existence de vacuoles dont la notion, combinée avec celle des noyaux, oblige à considérer la néoformation comme divisée en champs cellulaires dont la parenté histique se trouve nettement indiquée par les phénomènes évolutifs qui viennent d'être résumés. Cette parenté va d'ailleurs s'affirmer par de nouveaux caractères.

» Dans la masse qui s'accroît rapidement et comprime les faisceaux primitifs, on reconnaît des produits de différenciation qui ne laissent pas d'être assez bien sériés : tout d'abord se montrent des granulations très fines, de nature protéique; puis, peu après, on distingue d'autres granulations, non plus albuminoïdes, mais présentant toutes les réactions de la matière glycogène (coloration en brun acajou par l'iode, etc.).

» Leur apparition ne peut surprendre, car on sait qu'elles s'observent dans toutes les formations douées d'une grande activité; cependant il est intéressant de les rencontrer au début de la trichinose musculaire. Elles achèvent, en effet, d'établir la véritable signification du tissu kystique, et semblent permettre un lointain rapprochement entre les phénomènes que les masses contractiles présentent aux premiers stades de leur évolution chez l'embryon et ceux qui s'y manifestent dans la phase initiale de l'helminthiasis.

» C'est peu après l'époque caractérisée par l'apparition du glycogène, que l'on commence à constater d'importants changements à la périphérie de la masse granuleuse. Complètement enroulée, la trichine est désormais à l'état de vie latente; le kyste doit lui offrir une protection suffisante pendant toute la durée de son stage; aussi voit-on la néoformation s'indurer

vers sa partie extérieure : modifiant leur forme et leur texture, les éléments de cette zone constituent bientôt une couche pariétale qui s'épaissit notablement. Qu'elle reste simple, qu'elle se montre lamelleuse, qu'elle se revête de plicatures, de réticulations, etc., ce sont là des détails secondaires. La notion fondamentale réside dans l'origine du kyste, telle qu'elle vient d'être exposée; elle suffit à montrer comment l'opinion si longtemps défendue, et suivant laquelle le kyste eût été formé aux dépens du sarcolemme, s'est trouvée en défaut dès qu'on a signalé la trichine dans d'autres tissus et particulièrement dans le tissu adipeux. C'est qu'en réalité le sarcolemme ne prend aucune part à la constitution du kyste; à peine viendra-t-il parfois renforcer localement ses parois (1); il ne pourra lui fournir qu'une tunique purement adventice, analogue à celle que lui forment quelquefois les éléments conjonctifs, à la suite de phénomènes complexes qui seront décrits ultérieurement. Il y a mieux : c'est que, lorsque le nématode contracte ses premières adhérences avec le sarcolemme et non avec le tissu interfasciculaire, il meurt rapidement sans déterminer de néoformation ou sans que celle-ci se trouve indiquée autrement que par une sorte d'exsudat fibrineux.

» A la suite de la constitution des parois limitantes, l'ensemble du kyste demeure assez longtemps stationnaire, puis la masse centrale devient le siège de diverses formations généralement régressives. Leur étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

M. G. de Lalagade fait connaître les expériences qu'il a faites pour modifier le récepteur du photophone, en recevant les rayons solaires sur des parcelles de fer microscopiques appliquées contre une mince feuille de laiton et maintenues adhérentes par l'action d'un aimant.

M. Sidot adresse une Note « sur la fabrication d'un gaz éclairant par la distillation des matières fécales. »

M. R. Arnoux adresse une Note sur les meilleures dispositions à adopter pour la construction des machines dynamo-électriques.

M. A. Manchet adresse la description d'un objet en terre cuite trouvé

(1) Cette particularité s'observe surtout dans les cas, d'ailleurs assez rares, de trichines intrafasciculaires.

dans une carrière de sable ouverte au voisinage de la commune de Butteaux, dans le département de l'Yonne.

M. Laborde adresse une Note intitulée « Attraction universelle ».

M. Appell demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire qu'il a présenté dans la séance du 17 novembre 1879.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1881.

Recherches physiologiques et cliniques sur les accouchements; par le Dr P. Budin. Paris, aux bureaux du *Progrès médical,* 1876; br. in-8°.

Recherches sur l'hymen et l'orifice vaginal; par M. P. Budin. Paris, aux bureaux du *Progrès médical;* br. in-8°.

De la tête du fœtus au point de vue de l'obstétrique. Recherches cliniques et expérimentales; par le Dr P. Budin. Paris, aux bureaux du *Progrès médical,* 1876; grand in-8°.

(Ces trois Ouvrages sont présentés par M. Gosselin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Formules d'intégration des deux premiers ordres; par J. Sivering. Luxembourg, impr. V. Bück, sans date; br. in-8°. (Présenté par M. C. Jordan.) (Extrait des *Publications de l'Institut royal grand-ducal de Luxembourg.*)

Bulletin de la Société de Médecine du département de la Sarthe; année 1880. Le Mans, typogr. Monnoyer, 1881; br. in-8°.

Note sur l'emploi des peptones de viande dans l'alimentation des aliénés sitiophobes; par M. A. Lailler.

Guide du boulanger; par E. Rigaud. Marseille, A. Thomas, 1881; in-12.

Recherches sur l'évolution du follicule dentaire chez les Mammifères; par les Drs Legros et Magitot. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1882.)

Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto; n. 1. Rio de Janeiro, Typogr. nacional, 1881; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Anales del instituto y observatorio de Marina de San Fernando; seccion 2a. *Observaciones meteorologicas,* año 1880. San Fernando, 1881; in-folio.

Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Serie II, vol. XII. Milano, Napoli, Pisa, N. Hœpli, 1879; in-8°.

Le leggi delle tempeste (secondo la teoria di Faye); per D.-E. Diamilla-Muller. Torino, Roma, Milano, Firenze, Paravia e comp., 1881; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Ricerche chimiche sulle lave dei dintorni di Catania del Dr L. Ricciardi. (Estratto dalla *Gazetta chimica italiana,* t. XI, 1881.); br. in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, 1880-81; serie terza, *Transunti,* vol. V, fasc. 13°, seduta del 5 giugno 1881. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

Memorie di matematica e di fisica della Societa italiana delle Scienze; serie terza, t. III. Napoli, 1879; in-4°.

Atti della Societa italiana di Scienze naturali; vol. XXII, fasc. 1°, 2°, 3°, 4°, fogli 1-25; vol. XXIII, fasc. 1°, 2°, fogli 1-12. Milano, Bernardoni, 1879-1880; 3 livr. in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, sessione VIIa del 20 giugno 1880. Roma, 1880; in-4°.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; anno XX, fasc. IV, aprile 1881. Napoli, 1881; in-4°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni. T. XIII, luglio, agosto 1880. Roma, 1880; 2 livr. in-4°

Studio sulle cubiche gobbe mediante la notazione simbolica delle forme binarie di E. d'Ovidio Torino, Paravia, 1879; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Estensione di alcuni teoremi sulle forme binarie. — Sui covarianti lineari fondamentali di due cubiche binarie. — Sopra due covarianti simultanei di due forme binarie biquadratiche. — La relazione fra gli otto invarianti fondamentali di due forme binarie biquadratiche. — Il risultante di due forme binarie biquadratiche, etc. — Nota sulle forme binarie del 5° ordine. — Nota sopra alcuni iperboloidi annessi alla cubica gobba. — Nota sulle proprieta fondamentali dei complessi lineari; per E. d'Ovidio. Torino, Loescher, Paravia, 1879-1881; 8 br. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1881. London, 1881; in-8°.

Transactions of the zoological Society of London, vol. XI, Part V. London, 1881; in-4°.

Catalogus der bibliotheek van het koninklijk zoologisch genootschap natura artis magistra te Amsterdam. Amsterdam, Scheltema et Holkema, 1881; gr. in-8°.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-DOUZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1881.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCII.

A

B

C

D

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

Q

R

S

T

U

V

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Paris. — Quai des Augustins, 55.